FA045758

ISSN 0335-3931

# norme européenne

# norme française

**NF EN 206-1**
**Février 2002**

Indice de classement : **P 18-325**

**ICS : 91.080.40 ; 91.100.30**

# Béton

## Partie 1 : Spécification, performances, production et conformité

E : Concrete — Part 1: Specification, performance, production and conformity
D : Beton — Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität

## *Norme française homologuée*

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 5 janvier 2002 pour prendre effet le 5 février 2002.

Remplace la norme expérimentale P 18-325 (ENV 206), d'août 1991.

## *Correspondance*

La Norme européenne EN 206-1:2000 a le statut d'une norme française.

## *Analyse*

Le présent document s'applique au béton destiné aux structures coulées en place, aux structures préfabriquées, aux éléments de structure préfabriqués pour bâtiments et structures de génie civil.

Le béton peut être du béton fabriqué sur chantier, du béton prêt à l'emploi ou du béton fabriqué dans une usine de production d'éléments préfabriqués.

Le présent document spécifie les exigences applicables aux matériaux constitutifs du béton, aux propriétés du béton frais et durci et à leur vérification, aux limitations imposées à la composition du béton, à la spécification du béton, à la livraison du béton frais, aux procédures de contrôle de production, aux critères de conformité et à l'évaluation de la conformité.

L'avant-propos national précise l'application de ce document en France.

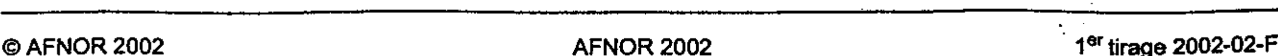
## *Descripteurs*

**Thésaurus International Technique :** béton, béton frais, béton durci, définition, constituant, composition, dosage, classification, chlorure, ciment, air, rapport eau ciment, caractéristique, consistance, résistance mécanique, résistance à la compression, résistance à la traction, résistance à l'abrasion, conditions climatiques, résistance aux intempéries, résistance chimique, spécification, production, stockage, matériel d'essai, précision, mise en place, mesure de protection, contrôle de qualité, état de livraison, contrôle de conformité, aptitude à l'emploi, contrôle de fabrication, acceptabilité.

## *Modifications*

Par rapport au document remplacé, la norme a été entièrement refondue.

## *Corrections*


Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) — 11, avenue Francis de Pressensé — 93571 Saint-Denis La Plaine Cedex
Tél. : + 33 (0)1 41 62 80 00 — Fax : + 33 (0)1 49 17 90 00 — www.afnor.fr





1er tirage 2002-02-F

## Membres de la commission de normalisation

Président : M COSTE

Secrétariat : M BERGIER — AFNOR

| | | |
|---|---|---|
| M | ALVAREZ | SYND ENTREPRENEURS CONSTRUCTION PARIS IDF |
| M | BAJEUX | CEBTP |
| M | BODET | CERIB |
| M | BURDIN | M JACQUES BURDIN |
| M | CAPMAS | ATILH |
| M | CHARONNAT | LCPC LABO CENT PONTS CHAUSSEES |
| M | CONTI | EDF POLE INDUSTRIE SQR |
| M | COQUILLAT | CEBTP |
| M | COSTE | AIPCR |
| M | DELORT | ATILH |
| M | DURAND | UMGO-UNION MACONNERIE GROS OEUVRE |
| M | GARCIA | LAFARGE BETONS SERVICES GIE |
| M | GILBERT | UMGO-UNION MACONNERIE GROS OEUVRE |
| M | GIROULT | CGPC — CONSEIL GENERAL PONTS ET CHAUSSEES |
| M | GODART | LCPC LABO CENT PONTS CHAUSSEES |
| M | GUIBON | UNIBETON SA |
| M | HAWTHORN | ARENA SERVICES |
| M | JACQUES | LCPC LABO CENT PONTS CHAUSSEES |
| M | JEANPIERRE | EDF POLE INDUSTRIE SQR |
| M | KERGALL | EGF.BTP |
| M | KRETZ | LCPC LABO CENT PONTS CHAUSSEES |
| M | LAINE | FIB |
| M | LAPLANTE | RMC GROUPE SERVICES |
| M | MIERSMAN | SURSCHISTE SA |
| M | MORIN | SNCF DION INGENIERIE |
| M | NAPROUX | SIFRACO |
| M | PAILLOT | PEM-PECHINEY ELECTROMETALLURGIE |
| M | PEREME | CTPL |
| M | PERNIER | DAEI — DION AFF ECO & INTERNAT |
| M | PIKETTY | PIKETTY FRERES SA |
| M | PIMIENTA | CSTB |
| M | PLAY | EDF POLE INDUSTRIE SQR |
| M | RESSE | ABROTEC |
| M | ROUGEAUX | GIE EUROMATEST SINTCO |
| MLLE | RUZIN | AFNOR |
| M | SCHELL | RMC GROUPE SERVICES |
| M | THOMAS | SNBPE |
| M | THONIER | SPETPFOM |
| M | TRINH | CETEN APAVE INTERNATIONAL |
| M | VALLES | CERIB |
| M | VIVERET | SPIE SA |
| M | WAGNER | AFNOR CERTIFICATION |

## *Avant-propos national*

*Le règlement du Comité Européen de Normalisation (CEN) impose que les normes européennes adoptées par ses membres soient transformées en normes nationales au plus tard dans les 6 mois après leur ratification et que les normes nationales en contradiction soient annulées.*

*La présente norme européenne adoptée par le CEN le 12 mai 2000 fait partie d'un ensemble de normes du CEN/TC 104 traitant des «bétons et produits relatifs au béton» qui sont dépendantes les unes des autres et dont certaines d'entre elles sont encore à l'étude.*

*C'est pourquoi le CEN a fixé une période de transition nécessaire à l'achèvement de cet ensemble de normes européennes, période durant laquelle les membres du CEN ont l'autorisation de maintenir leurs propres normes nationales adoptées antérieurement.*

*Du fait de la création d'un «paquet de normes» par le CEN/TC 104, la mise en vigueur de l'EN 206-1 avec suppression des textes nationaux en contradiction interviendra le 1er décembre 2003. Une application anticipée en France :*

- *est possible dès à présent pour les bétons destinés aux ouvrages relevant du Fascicule 65A du CCTG ; dans ce cas, lorsque l'EN 206-1 permet ou impose l'application de dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton, seules les dispositions du Fascicule 65A s'appliquent ;*
- *sera possible, avec son annexe nationale NA, dès la publication d'une version révisée de la norme NF P 18-201 (DTU 21) compatible avec l'EN 206-1, pour les bétons destinés aux ouvrages ne relevant pas du Fascicule 65A du CCTG, mais dont l'exécution relève du domaine d'application du DTU 21.*

*En attendant, les dispositions relatives au matériau béton figurant dans les normes suivantes s'appliquent :*

- *XP P 18-305:1996 pour le béton prêt à l'emploi ;*
- *NF P 18-201:1993 pour le béton de chantier ;*
- *NF EN 13369:2001 pour le béton utilisé dans les produits préfabriqués en béton, ou les normes de produits spécifiques, ou le cas échéant, les cahiers des charges de la Fédération de l'Industrie du Béton (FIB).*

*Références aux normes françaises*

*La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :*

| | |
|---|---|
| *EN 196-2* | *: NF EN 196-2 (indice de classement : P 15-472)* |
| *EN 450* | *: NF EN 450 (indice de classement : P 18-050)* |
| *EN 1097-3* | *: NF EN 1097-3 (indice de classement : P 18-650-3)* |
| *EN 45501* | *: NF EN 45501 (indice de classement : E 12-000)* |
| *EN 197-1* | *: NF EN 197-1 (indice de classement : P 15-101-1)* |
| *EN 933-1* | *: NF EN 933-1 (indice de classement : P 18-622-1)* |
| *EN 934-2* | *: NF EN 934-2 (indice de classement : P 18-342)* |
| *EN 1008* | *: NF EN 1008 (indice de classement : P 18-211) 1)* |
| *EN 1097-3* | *: NF EN 1097-3 (indice de classement : P 18-650-3)* |
| *EN 1097-6* | *: NF EN 1097-6 (indice de classement : P 18-650-6)* |
| *EN 12350-1* | *: NF EN 12350-1 (indice de classement : P 18-437)* |
| *EN 12350-2* | *: NF EN 12350-2 (indice de classement : P 18-439)* |
| *EN 12350-3* | *: NF EN 12350-3 (indice de classement : P 18-429)* |
| *EN 12350-4* | *: NF EN 12350-4 (indice de classement : P 18-431)* |
| *EN 12350-5* | *: NF EN 12350-5 (indice de classement : P 18-432)* |
| *EN 12350-6* | *: NF EN 12350-6 (indice de classement : P 18-440)* |
| *EN 12350-7* | *: NF EN 12350-7 (indice de classement : P 18-443)* |
| *EN 12390-1* | *: NF EN 12390-1 (indice de classement : P 18-430)* |
| *EN 12390-2* | *: NF EN 12390-2 (indice de classement : P 18-438)* |

*1) En préparation.*

*EN 12390-3 : NF EN 12390-3 (indice de classement : P 18-433)* [2]

*EN 12390-6 : NF EN 12390-6 (indice de classement : P 18-434)*

*EN 12390-7 : NF EN 12390-7 (indice de classement : P 18-435)*

*EN 12620 : NF EN 12620 (indice de classement : P 18-601)* [2]

*EN 12878 : NF EN 12878 (indice de classement : T 31-320)*

*EN 13055-1 : NF EN 13055-1 (indice de classement : P 18-603-1)* [2]

*EN 13263 : NF EN 13263 (indice de classement : P 18-502)* [2]

*EN 13577 : NF EN 13577 (indice de classement : P 18-448)* [2]

*ISO 2859-1 : NF ISO 2859-1 (indice de classement : X 06-022-1)*

*ISO 7980 : NF EN ISO 7980 (indice de classement : T 90-005)*

*La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises de même domaine d'application mais non identiques est la suivante :*

*ISO 3951 : NF X 06-023*

*ISO 7150-1 : NF T 90-015-2*

*Les autres normes et documents mentionnés à l'article «Références normatives» qui n'ont pas de correspondance dans la collection des normes françaises sont les suivants (ils peuvent être obtenus auprès d'AFNOR) :*

*ISO 4316*

*ISO 7150-2*

*DIN 4030-2*

*ASTM C 173*

*OIML R 117*

*Directive 90/384/CEE*

---

2) *En préparation.*

# NORME EUROPÉENNE
# EUROPÄISCHE NORM
# EUROPEAN STANDARD

**EN 206-1**

**Décembre 2000**

ICS : 91.100.30

Remplace ENV 206:1990

**Version française**

**Béton —**
**Partie 1 : Spécification, performances, production et conformité**

Beton —
Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität

Concrete —
Part 1: Specification, performance, production and conformity

La présente norme européenne a été adoptée par le CEN le 12 mai 2000.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CEN.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version faite dans une autre langue par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale, et notifiée au Secrétariat Central, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

**CEN**

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

**Secrétariat Central : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles**



Réf. n° EN 206-1:2000 F

## Sommaire

## Sommaire (suite)

Page

## Sommaire (fin)

# Avant-propos

Le présent document a été préparé par le CEN/TC 104 «Béton et produits relatifs au béton», dont le secrétariat est tenu par le DIN.

Le présent document remplace ENV 206:1990.

Le présent document doit être mis en application au niveau national, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en juin 2001 et les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en décembre 2003.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre le présent document en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

La présente norme ainsi que différentes parties de l'ENV 13670-1 (Exécution des structures en béton) annulent et remplacent la prénorme européenne ENV 206:1990 «Béton — Performance, production, mise en place et critères de conformité» qui a servi de base à la préparation de la présente norme.

En particulier, la préparation de la présente norme a donné lieu à la révision des points suivants :

— extension du système de classification du béton, principalement par rapport aux conditions environnementales ;

— exigences pour la durabilité ;

— extension des classes de résistance ;

— classes de résistance pour le béton léger ;

— prise en compte des additions dans la détermination du rapport eau/ciment et de la teneur en ciment ;

— identification de la répartition des responsabilités techniques entre le prescripteur, le producteur et l'utilisateur.

— réexamen de la précision du matériel de pesage ;

— réexamen des exigences de cure ;

— dispositions relatives aux essais de conformité et aux critères de conformité et aux essais d'identification ;

— dispositions relatives à l'évaluation de la conformité.

Les aspects relatifs à l'exécution ont été en général, transférés dans l'ENV 13670-1 ou d'autres normes pertinentes.

Le contexte de fonctionnement de la présente norme est illustré à la Figure 1.

La présente norme ne peut être utilisée qu'en association avec les normes produits relatives aux constituants (ciment, granulats, additions, adjuvants et eau de gâchage) et aux méthodes d'essai du béton correspondantes. Ces normes de produits et d'essais sont en préparation au CEN, mais elles ne seront pas toutes disponibles en tant que normes européennes à la date de publication de la présente norme. Pour cette raison, la date de retrait (dow) des normes nationales en contradiction avec la présente norme coïncidera avec la date à laquelle les normes énumérées ci-après, ainsi que les normes de méthodes d'essai correspondantes, seront disponibles et mises en application en tant que normes européennes ou internationales, selon les cas, ou qu'elles auront le statut requis par la présente norme.

EN 197-1, *Ciment — Partie 1 : Composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants.*

EN 450, *Cendres volantes pour béton — Définitions, exigences et contrôle de qualité.*

EN 934-2, *Adjuvants pour béton, mortiers et coulis — Partie 2 : Adjuvants pour béton — Définitions et exigences.*

EN 1008, *Eau de gâchage pour béton — Spécifications d'échantillonnage, d'essais et d'évaluation de l'aptitude à l'emploi, y compris les eaux de lavage des installations de recyclage de l'industrie du béton, telle que l'eau de gâchage pour béton.*

EN 12620, *Granulats pour béton.*

EN 13055-1, *Granulats légers — Partie 1 : Granulats légers pour bétons et mortiers.*

EN 13263, *Fumée de silice pour béton — Terminologie, spécifications et contrôle de conformité.*

Les annexes A, B et C sont normatives. Les annexes D, E, F, G, H, J et K sont informatives.

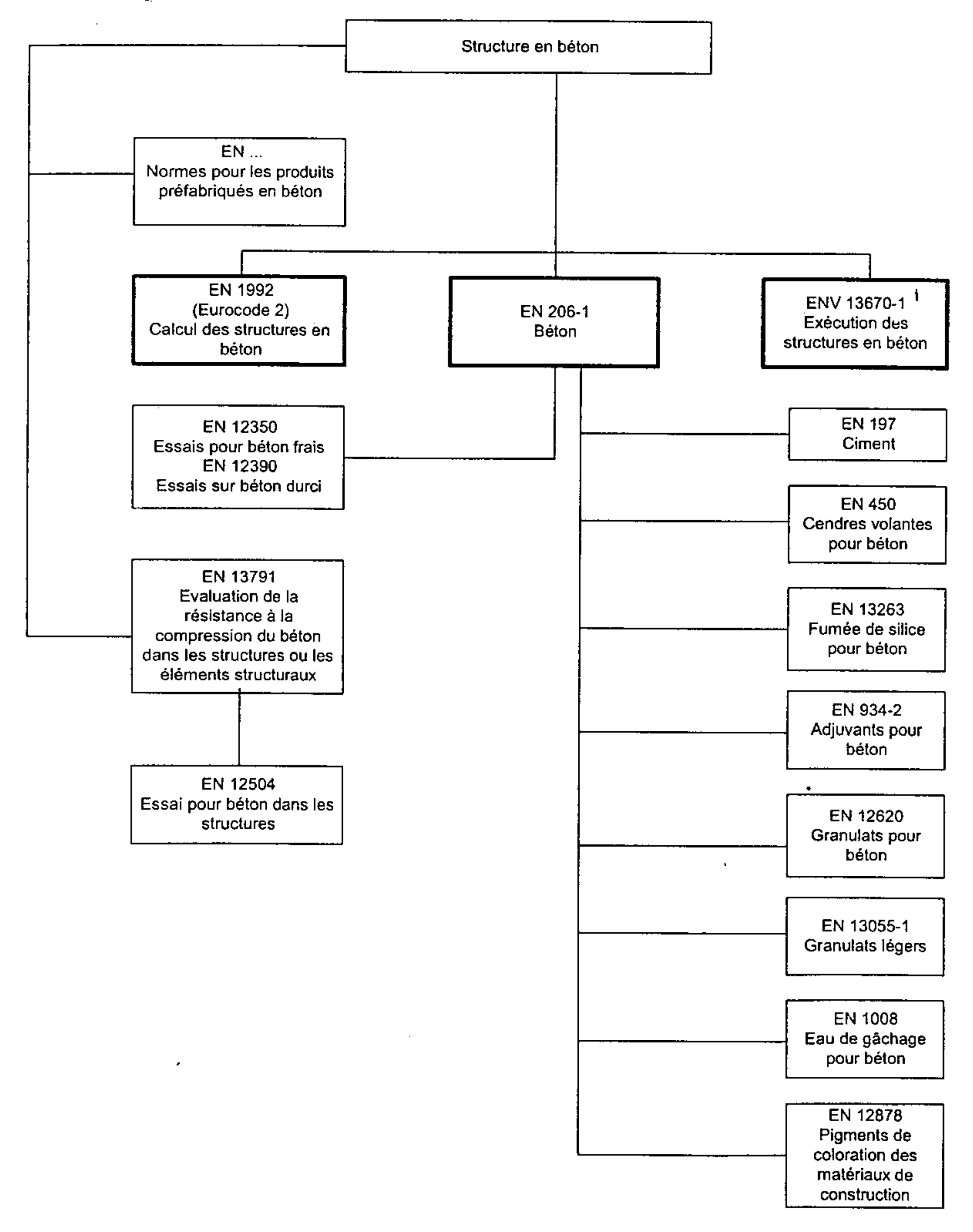



**Figure 1 — Relations entre EN 206-1 et les normes pour la conception et l'exécution, ainsi que les normes relatives aux constituants et les normes d'essais**

## Introduction

La présente Norme européenne est destinée à être appliquée en Europe, dans des conditions climatiques et géographiques diverses, avec différents niveaux de protection, et différentes traditions et expériences régionales bien établies. C'est pourquoi des classes de bétons et de propriétés du béton ont été introduites dans la présente norme. Lorsque de telles solutions générales n'ont pu être trouvées, les articles concernés autorisent l'application des normes nationales ou des dispositions en vigueur là où le béton est utilisé.

Lors de l'élaboration de cette Norme européenne, une attention particulière a été apportée à une approche performantielle pour les spécifications concernant la durabilité. Pour cela un recensement des méthodes de formulations fondées sur la performance et des méthodes d'essai a été effectué. Toutefois le CEN/TC 104 a conclu que ces méthodes n'ont pas encore atteint un degré de développement suffisant pour être décrites en détail dans cette norme. Cependant il prend acte que certains états membres ont atteint un niveau de confiance suffisant dans des essais et des critères locaux. Pour cette raison la présente norme permet la continuation et le développement de telles pratiques valides sur le lieu d'utilisation du béton en tant qu'alternative à l'approche prescriptive. Le CEN/TC 104 continuera à développer des méthodes performantielles pour l'évaluation de la durabilité au niveau européen.

Cette Norme européenne contient des règles d'utilisation des constituants qui sont couverts par une norme européenne. Les autres co-produits de procédés industriels, les matériaux recyclés, etc. sont, pour les emplois courants, fondés sur l'expérience locale. Jusqu'à l'élaboration et la mise à disposition de normes européennes pour ces produits, cette norme ne contiendra pas de règles pour leur usage mais fera référence aux normes nationales ou aux dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton.

Cette Norme européenne définit les tâches du prescripteur, du producteur et de l'utilisateur. Par exemple le prescripteur est responsable de la spécification du béton, article 6, et le producteur est responsable de la conformité et du contrôle de production, articles 8 et 9. L'utilisateur est responsable de la mise en place du béton dans la structure. En pratique, il peut se faire que plusieurs entités spécifient des exigences à différents stades de la conception et de la construction, par exemple le client, le concepteur, l'entrepreneur, le sous-traitant responsable du bétonnage. Chacun est responsable de transmettre les exigences spécifiées en même temps que les exigences complémentaires, au maillon suivant de la chaîne jusqu'au producteur. Au sens de cette norme européenne, la compilation finale est désignée par le terme «spécification». Inversement, le prescripteur, le producteur et l'utilisateur peuvent être la même personne (par exemple un entrepreneur réalisant la conception et la construction). Dans le cas du béton prêt à l'emploi, l'acheteur du béton frais est le prescripteur et il doit fournir les spécifications au producteur. Cette norme européenne traite également des échanges d'informations nécessaires entre les différentes personnes. Les questions contractuelles ne sont pas abordées. Lorsque des responsabilités sont attribuées aux parties en cause, ce ne sont que des responsabilités techniques.

Les notes dans les tableaux et les notes de bas de tableaux de cette norme sont normatives sauf spécifications contraires, et les autres notes et notes de bas de page sont informatives.

D'autres explications et recommandations sur l'application de cette norme sont données dans d'autres documents comme par exemple des rapports CEN.

# 1 Domaine d'application

La présente norme européenne s'applique au béton destiné aux structures coulées en place, aux structures préfabriquées, aux éléments de structure préfabriqués pour bâtiments et structures de génie civil.

Le béton peut être du béton fabriqué sur chantier, du béton prêt à l'emploi ou du béton fabriqué dans une usine de production de produits préfabriqués.

La présente norme spécifie les exigences applicables :

— aux constituants du béton ;

— aux propriétés du béton frais et durci et à leur vérification ;

— aux limitations imposées à la composition du béton ;

— à la spécification du béton ;

— à la livraison du béton frais ;

— aux procédures de contrôle de production ;

— aux critères de conformité et à l'évaluation de la conformité.

La présente norme européenne s'applique uniquement aux bétons compactés de telle manière que la quantité d'air occlus autre que l'air entraîné soit négligeable. La présente norme s'applique au béton de masse volumique normale, au béton lourd et au béton léger.

D'autres normes européennes relatives à des produits spécifiques, par exemple des produits préfabriqués, ou à des procédés entrant dans le domaine d'application de la présente norme, peuvent nécessiter ou autoriser des dérogations par rapport à la présente norme.

Des exigences complémentaires ou différentes peuvent être données dans d'autres parties de cette norme ou dans d'autres normes européennes spécifiques, par exemple :

— béton destiné aux routes et autres aires de circulation ;

— béton utilisant d'autres matériaux (par exemple : fibres) ou des constituants non couverts en 5.1 ;

— béton avec une taille maximale de granulats inférieure ou égale à 4 mm (mortier) ;

— technologies spéciales (par exemple : béton projeté) ;

— béton pour le stockage de déchets liquides et gazeux ;

— béton pour des réservoirs de stockage de substances polluantes ;

— béton pour les structures massives (par exemple : barrages)

— béton prémélangé à sec.

NOTE Aussi longtemps que ces normes ne seront pas disponibles, les dispositions valides sur le lieu d'utilisation peuvent être appliquées. Des normes européennes sont en préparation pour :

— le béton destiné aux routes et autres aires de circulation ;

— le béton projeté.

Cette norme ne s'applique pas :

— au béton aéré ;

— au béton mousse ;

— au béton à structure ouverte (bétons caverneux) ;

— au béton de masse volumique inférieure à 800 kg/m$^3$ ;

— au béton réfractaire.

Cette norme ne couvre pas les exigences relatives à la santé et à la sécurité pour la protection des opérateurs lors de la production et de la livraison de béton.

## 2 Références normatives

Cette Norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions issues d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette Norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique (y compris les amendements).

Dans le cas de référence à une Norme européenne, les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton peuvent être appliquées jusqu'à ce que la norme soit disponible.

EN 196-2, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 2 : Analyse chimique des ciments.*

EN 450, *Cendres volantes pour béton — Définitions, exigences et contrôle de qualité.*

EN 1097-3, *Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats — Partie 3 : Méthode pour la détermination de la masse volumique en vrac et de la porosité intergranulaire.*

EN 45501:1992, *Aspects métrologiques des instruments de pesage à fonctionnement non automatique.*

EN 197-1, *Ciments — Partie 1 : Composition, spécifications et critères de conformité de ciments courants.*

EN 933-1, *Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats — Partie 1 : Détermination de la granularité — Analyse granulométrique par tamisage.*

EN 934-2, *Adjuvants pour béton, mortiers et coulis — Partie 2 : Adjuvants pour béton — Définitions et exigences.*

prEN 1008:1997, *Eau de gâchage pour bétons — Spécifications d'échantillonnage, d'essais et d'évaluation de l'aptitude à l'emploi, y compris les eaux de lavage des installations de recyclage de l'industrie du béton, telle que l'eau de gâchage pour béton.*

EN 1097-3, *Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats — Partie 3 : Méthode pour la détermination de la masse volumique en vrac et de la porosité intergranulaire.*

EN 1097-6, *Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats — Partie 6 : Détermination de la masse volumique réelle et du coefficient d'absorption d'eau.*

EN 12350-1, *Essai pour béton frais — Partie 1 : Prélèvement.*

EN 12350-2, *Essai pour béton frais — Partie 2 : Essai d'affaissement.*

EN 12350-3, *Essai pour béton frais — Partie 3 : Essai Vébé.*

EN 12350-4, *Essai pour béton frais — Partie 4 : Degré de compactabilité.*

EN 12350-5, *Essai pour béton frais — Partie 5 : Essai d'étalement à la table à choc.*

EN 12350-6, *Essai pour béton frais — Partie 6 : Masse volumique.*

EN 12350-7, *Essai pour béton frais — Partie 7 : Teneur en air — Méthode de la compressibilité.*

EN 12390-1, *Essai pour béton durci — Partie 1 : Forme, dimensions et autres exigences relatives aux éprouvettes et aux moules.*

EN 12390-2, *Essai pour béton durci — Partie 2 : Confection et conservation des éprouvettes pour essais de résistance.*

prEN 12390-3:1999, *Essai pour béton durci — Partie 3 : Résistance à la compression des éprouvettes.*

EN 12390-6, *Essai pour béton durci — Partie 6 : Résistance en traction par fendage d'éprouvettes.*

EN 12390-7, *Essai pour béton durci — Partie 7 : Masse volumique du béton.*

prEN 12620:2000, *Granulats pour béton.*

EN 12878, *Pigments de coloration des matériaux de construction à base de ciment et/ou de chaux — Spécifications et méthodes d'essais.*

prEN 13055-1:1997, *Granulats légers — Partie 1 : Granulats légers pour bétons et mortiers.*

prEN 13263:1998, *Fumée de silice pour béton — Terminologie, spécifications et contrôle de la conformité.*

prEN 13577:1999, *Qualité de l'eau — Détermination de la teneur en dioxyde de carbone agressif.*

ISO 2859-1:1999, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs — Partie 1 : Plans d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA).*

ISO 3951:1989, *Règles et tables d'échantillonnage pour les contrôles par mesures des pourcentages de non conformes.*

ISO 4316, *Agents de surface — Détermination du pH des solutions aqueuses — Méthode potentiométrique.*

ISO 7150-1, *Qualité de l'eau — Dosage de l'ammonium — Partie 1 : Méthode spectrométrique manuelle.*

ISO 7150-2, *Qualité de l'eau — Dosage de l'ammonium — Partie 2 : Méthode spectrométrique automatique.*

ISO 7980, *Qualité de l'eau — Dosage du calcium et du magnésium — Méthode par spectrométrie d'absorption atomique.*

DIN 4030-2, *Évaluation des liquides, sols et gaz nocifs pour le béton — Partie 2 : Prélèvement et analyse des échantillons d'eau et de sol.*

ASTM C 173, *Méthode d'essai pour la détermination de l'air entraîné du béton frais par méthode volumétrique.*

OIML R 117, *Ensembles de mesurage de liquides autres que l'eau.*

Directive 90/384/EEC, *Directive du conseil du 20 juin 1990 pour l'harmonisation l'harmonisation des législations des états membres relative aux instruments de pesage à fonctionnement non automatique.*

# 3 Définitions symboles et abréviations

## 3.1 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme européenne, les termes et définitions suivantes s'appliquent.

**3.1.1**
**béton**
matériau formé par mélange de ciment, de sable, de gravillons et d'eau, et éventuellement d'adjuvants et d'additions, et dont les propriétés se développent par hydratation du ciment

**3.1.2**
**béton frais**
béton entièrement mélangé et encore dans un état permettant de le compacter avec la méthode choisie

**3.1.3**
**béton durci**
béton à l'état solide ayant acquis une résistance notable

**3.1.4**
**béton de chantier**
béton produit sur le lieu de la construction par l'utilisateur du béton pour son propre usage

**3.1.5**
**béton prêt à l'emploi**
béton délivré à l'état frais à l'utilisateur par une personne physique ou morale qui n'est pas l'utilisateur. Au sens de cette norme le béton prêt à l'emploi est également :

— le béton produit par l'utilisateur hors du chantier ;

— le béton produit sur le chantier, mais pas par l'utilisateur.

**3.1.6**
**produit préfabriqué en béton**
produit en béton dont le coulage et la cure sont effectués dans un lieu différent de celui où il sera utilisé

**3.1.7**
**béton de masse volumique normale**
béton dont la masse volumique après séchage à l'étuve est supérieure à 2 000 kg/m$^3$ mais inférieure ou égale à 2 600 kg/m$^3$

**3.1.8**
**béton léger**
béton dont la masse volumique après séchage à l'étuve est supérieure ou égale à 800 kg/m$^3$ mais inférieure ou égale à 2 000 kg/m$^3$. Il est produit entièrement ou partiellement à partir de granulats légers

**3.1.9**
**béton lourd**
béton dont la masse volumique après séchage à l'étuve est supérieure à 2 600 kg/m$^3$

**3.1.10**
**béton à haute résistance**
béton appartenant à une classe de résistance à la compression supérieure à C50/60, s'agissant de béton de masse volumique normale ou de béton lourd, et supérieure à LC 50/55, s'agissant de béton léger

**3.1.11**
**béton à propriétés spécifiées**
béton pour lequel les propriétés requises et les caractéristiques supplémentaires sont spécifiées au producteur qui est responsable de fournir un béton qui satisfait à ces propriétés requises et à ces caractéristiques supplémentaires

**3.1.12**
**béton à composition prescrite**
béton pour lequel la composition du béton et les constituants à utiliser sont spécifiés au producteur qui est responsable de fournir un béton respectant cette composition prescrite

**3.1.13**
**béton à composition prescrite dans une norme**
béton à composition prescrite dont la composition est définie dans une norme applicable là où le béton est utilisé

**3.1.14**
**famille de bétons**
groupe de compositions de béton pour lesquelles une relation fiable entre les propriétés pertinentes a été démontrée ; cette démonstration étant consignée par écrit et conservée

**3.1.15**
**mètre cube de béton**
quantité de béton frais qui, une fois compactée conformément à la méthode donnée dans l'EN 12350-6, occupe un volume d'un mètre cube

**3.1.16**
**camion malaxeur**
unité de malaxage du béton habituellement monté sur un châssis autopropulsé capable de malaxer et de délivrer un béton homogène

**3.1.17**
**cuve agitatrice**
équipement habituellement monté sur châssis autopropulsé et capable de conserver un béton frais homogène pendant le transport

**3.1.18**
**cuve non agitatrice**
équipement utilisé pour le transport du béton sans agitateur, dans le sens défini en 3.1.17, par exemple, camion à benne basculante ou trémie de transport

**3.1.19**
**gâchée**
quantité de béton frais produite en un seul cycle par un malaxeur discontinu, ou quantité déversée pendant 1 min. d'un malaxeur continu

**3.1.20**
**charge**
quantité de béton transporté dans un véhicule et comprenant une ou plusieurs gâchées

**3.1.21**
**livraison**
action de remise du béton frais par le producteur

**3.1.22**
**adjuvant**
produit ajouté au béton durant le processus de mélange, en petites quantités par rapport à la masse de ciment, pour modifier les propriétés du béton frais ou durci

**3.1.23**
**addition**
matériau minéral finement divisé utilisé dans le béton afin d'améliorer certaines propriétés ou pour lui conférer des propriétés particulières. Cette norme traite deux types d'additions minérales

— les additions quasiment inertes (de Type I) ; et

— les additions à caractère pouzzolanique ou hydraulique latent (de Type II).

**3.1.24**
**granulat**
matériau minéral granulaire apte à être utilisé dans du béton. Les granulats peuvent être naturels, artificiels, ou recyclés à partir de matériaux précédemment utilisés en construction

**3.1.25**
**granulat courant**
granulat ayant après séchage à l'étuve, une masse volumique > 2 000 $kg/m^3$ et < 3 000 $kg/m^3$ déterminée selon l'EN 1097-6

**3.1.26**
**granulat léger**
granulat d'origine minérale ayant après séchage à l'étuve, une masse volumique ≤ 2 000 $kg/m^3$ déterminée selon l'EN 1097-6, ou une masse volumique en vrac ≤ 1 200 $kg/m^3$, déterminée selon l'EN 1097-3

**3.1.27**
**granulat lourd**
granulat ayant après séchage à l'étuve, une masse volumique ≥ 3 000 kg/m³ déterminée selon l'EN 1097-6

**3.1.28**
**ciment (liant hydraulique)**
matériau minéral finement moulu qui, après avoir été mélangé avec de l'eau, forme une pâte qui fait prise et durcit par l'effet de réaction et processus d'hydratation, et qui, après durcissement, conserve sa résistance et sa stabilité même sous l'eau

**3.1.29**
**teneur en eau totale**
l'eau d'apport plus l'eau déjà contenue dans et à la surface des granulats plus l'eau des adjuvants et des additions utilisée sous la forme de suspension et toute eau résultant de l'ajout de glace ou de chauffage à la vapeur

**3.1.30**
**teneur en eau efficace**
différence entre la quantité d'eau totale contenue dans le béton frais et la quantité d'eau absorbable par les granulats

**3.1.31**
**rapport eau/ciment**
rapport en masse de la teneur en eau efficace à la teneur en ciment dans le béton frais

**3.1.32**
**résistance caractéristique**
valeur de résistance en dessous de laquelle peuvent se situer 5 % de la population de tous les résultats des mesures de résistance possibles effectués pour le volume de béton considéré

**3.1.33**
**air entraîné**
bulles d'air microscopiques intentionnellement incorporées au béton lors du malaxage, habituellement par l'utilisation d'agents tensioactifs ; les bulles sont pratiquement sphériques et leur diamètre est généralement compris entre 10 µm et 300 µm

**3.1.34**
**air occlus**
vides d'air dans le béton qui ne sont pas intentionnellement créés

**3.1.35**
**chantier**
lieu où le travail de construction est réalisé

**3.1.36**
**spécification**
compilation finale des exigences techniques documentées transmises au producteur en termes de performances ou de composition

**3.1.37**
**prescripteur**
personne physique ou morale qui établit la spécification du béton frais et durci

**3.1.38**
**producteur**
personne physique ou morale produisant du béton frais

**3.1.39**
**utilisateur**
personne physique ou morale utilisant du béton frais pour l'exécution d'une construction ou d'un élément

**3.1.40**
**durée de vie**
période durant laquelle le comportement du béton dans la structure demeurera à un niveau compatible avec les exigences de performance de la structure si celle ci est correctement entretenue

**3.1.41**
**essai initial**
essai ou essais destinés à vérifier, avant le début de la production, la façon dont un béton nouveau ou une nouvelle famille de bétons doit être formulée pour satisfaire, à l'état frais comme à l'état durci, à toutes les exigences spécifiées

**3.1.42**
**essai d'identification**
essai pour déterminer si des gâchées ou charges particulières sont bien issues d'une population par ailleurs conforme

**3.1.43**
**essai de conformité**
essai effectué par le producteur pour évaluer la conformité du béton

**3.1.44**
**évaluation de conformité**
examen systématique du degré de satisfaction d'un produit aux exigences spécifiées

**3.1.45**
**actions dues à l'environnement**
les actions physiques et chimiques auxquelles le béton est exposé, qui entraînent des effets sur le béton, les armatures ou les inserts métalliques, et qui ne sont pas considérées comme des charges pour la conception de la structure

**3.1.46**
**vérification**
confirmation par examen de preuves objectives du respect des exigences spécifiées

## 3.2 Symboles et abréviations

| | |
|---|---|
| *X0* | Classe d'exposition pour absence de risque de corrosion ou d'attaque |
| *XC..* | Classe d'exposition pour le risque de corrosion par carbonatation |
| *XD...* | Classe d'exposition pour le risque de corrosion par les chlorures autres que ceux de l'eau de mer |
| *XS....* | Classe d'exposition pour le risque de la corrosion par les chlorures de l'eau de mer |
| *XF...* | Classe d'exposition pour l'attaque par le gel-dégel |
| *XA....* | Classe d'exposition pour les attaques d'origines chimiques |
| *S1* à *S5* | Classes de consistance selon l'affaissement |
| *V0* à *V4* | Classes de consistance selon l'essai Vébé |
| *C0* à *C3* | Classes de consistance selon l'indice de serrage |
| *F1* à *F6* | Classes de consistance selon le diamètre de l'essai d'écoulement |

| | |
|---|---|
| *C..../....* | Classes de résistance à la compression dans le cas des bétons normaux et lourds |
| *LC.../....* | Classes de résistance à la compression dans le cas des bétons légers |
| $f_{ck,cyl}$ | Résistance caractéristique en compression du béton déterminée par essais sur éprouvettes cylindriques |
| $f_{c,cyl}$ | Résistance en compression du béton déterminée par essais sur éprouvettes cylindriques |
| $f_{ck,cube}$ | Résistance caractéristique en compression du béton déterminée par essais sur éprouvettes cubiques |
| $f_{c,cube}$ | Résistance en compression du béton déterminée par essais sur éprouvettes cubiques |
| $f_{cm}$ | Résistance moyenne en compression du béton |
| $f_{cm,j}$ | Résistance moyenne en compression du béton à (j) jours |
| $f_{ci}$ | Résultat d'essai individuel de résistance en compression du béton |
| $f_{tk}$ | Résistance caractéristique en traction par fendage du béton |
| $f_{tm}$ | Résistance moyenne en traction par fendage du béton |
| $f_{ti}$ | Résultat d'essai individuel de résistance en traction par fendage du béton |
| *D......* | Classe de densité du béton léger |
| $D_{max}$ | Dimension nominale supérieure du plus gros granulat |
| *CEM....* | Type de ciment selon la série EN 197 |
| $\sigma$ | Estimation de l'écart-type d'une population |
| $s_n$ | Écart-type de n résultats d'essai consécutifs |
| *NQA* | Niveau de qualité acceptable (voir ISO 2859-1) |
| *w/c* | Rapport eau/ciment |
| *k* | Facteur qui prend en compte l'activité d'une addition de type II |
| *e* | Échelon de vérification de l'équipement de pesée |
| *m* | Charge exercée sur l'équipement de pesée |
| *n* | Nombre |

# 4 Classification

## 4.1 Classes d'exposition en fonction des actions dues à l'environnement

Ces actions dues à l'environnement sont réparties en classes d'exposition dans le Tableau 1. Les exemples sont donnés à titre informatif.

NOTE Le choix des classes d'exposition dépend des dispositions en vigueur là où le béton est utilisé. Cette classification des expositions n'exclut pas la prise en compte des conditions particulières existant là où le béton est utilisé, ni l'application de mesures de protection telles que l'utilisation d'acier inoxydable ou de tout autre métal résistant à la corrosion, ni l'utilisation de revêtements protecteurs du béton ou des armatures.

Le béton peut être soumis à plusieurs des actions décrites au Tableau 1 ; dans ce cas, les conditions environnementales auxquelles il est soumis, peuvent nécessiter d'être exprimées sous la forme de combinaison de classes d'exposition.

**Tableau 1 — Classes d'exposition**

| Désignation de la classe | Description de l'environnement | Exemples informatifs illustrant le choix des classes d'exposition |
|---|---|---|
| **1. Aucun risque de corrosion ni d'attaque** | | |
| *X0* | Béton non armé et sans pièces métalliques noyées : toutes les expositions sauf en cas de gel/dégel, d'abrasion et d'attaques chimiques. | |
| | Pour le béton armé ou avec des pièces métalliques noyées : Très sec | Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est très faible. |
| **2. Corrosion induite par carbonatation** | | |
| Lorsque le béton contenant des armatures ou des pièces métalliques noyées est exposé à l'air et à l'humidité, les différentes classes d'exposition sont classifiées ci après :<br>NOTE On entend par condition d'humidité celle du béton recouvrant les armatures ou les pièces métalliques noyées, mais, dans de nombreux cas, cette humidité peut être considérée comme le reflet de l'humidité ambiante. Dans ces cas-là, une classification fondée sur les différents milieux ambiants peut être appropriée ; il peut ne pas en être de même s'il existe un barrière entre le béton et son environnement. | | |
| *XC*1 | Sec ou humide en permanence | Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est faible.<br>Béton submergé en permanence dans de l'eau |
| *XC*2 | Humide, rarement sec | Surfaces de béton soumises au contact à long terme de l'eau.<br>Un grand nombre de fondations |
| *XC*3 | Humidité modérée | Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est moyen ou élevé.<br>Béton extérieur abrité de la pluie. |
| *XC*4 | Alternance d'humidité et de séchage | Surfaces soumises au contact de l'eau, mais n'entrant pas dans la classe d'exposition *XC*2. |
| **3. Corrosion induite par les chlorures, ayant une origine autre que marine** | | |
| Lorsque le béton contenant des armatures ou des pièces métalliques noyées est soumis au contact d'une eau ayant une origine autre que marine, contenant des chlorures, y compris des sels de déverglaçage, les différentes classes d'exposition sont classées comme suit :<br>NOTE À propos des conditions d'humidité, voir aussi la section 2 de ce tableau. | | |
| *XD*1 | Humidité modérée | Surfaces de bétons exposées à des chlorures transportés par voie aérienne. |
| *XD*2 | Humide, rarement sec | Piscines.<br>Béton exposé à des eaux industrielles contenant des chlorures. |
| *XD*3 | Alternance d'humidité et de séchage | Éléments de ponts exposés à des projections contenants des chlorures.<br>Chaussées.<br>Dalles de parc de stationnement de véhicules. |

(à suivre)

**Tableau 1 — Classes d'exposition** (fin)

| Désignation de la classe | Description de l'environnement | Exemples informatifs illustrant le choix des classes d'exposition |
|---|---|---|
| **4. Corrosion induite par les chlorures présents dans l'eau de mer** | | |
| Lorsque le béton contenant une armature ou des pièces métalliques noyées est soumis au contact des chlorures présents dans l'eau de mer ou à l'action de l'air véhiculant du sel marin, les différentes classes d'exposition sont : | | |
| *XS*1 | Exposé à l'air véhiculant du sel marin, mais pas en contact direct avec l'eau de mer | Structures sur ou à proximité d'une côte. |
| *XS*2 | Immergé en permanence | Éléments de structures marines. |
| *XS*3 | Zones de marnage, zones soumises à des projections ou à des embruns | Éléments de structures marines. |
| **5. Attaque gel/dégel avec ou sans agent de déverglaçage** | | |
| Lorsque le béton est soumis à une attaque significative due à des cycles de gel/dégel alors qu'il est mouillé, les différentes classes d'exposition sont : | | |
| *XF*1 | Saturation modérée en eau sans agent de déverglaçage | Surfaces verticales de bétons exposées à la pluie et au gel. |
| *XF*2 | Saturation modérée en eau avec agents de déverglaçage | Surfaces verticales de bétons des ouvrages routiers exposées au gel et à l'air véhiculant des agents de déverglaçage. |
| *XF*3 | Forte saturation en eau, sans agent de déverglaçage | Surfaces horizontales de bétons exposées à la pluie et au gel. |
| *XF*4 | Forte saturation en eau, avec agents de déverglaçage ou eau de mer. | Routes et tabliers de pont exposés aux agents de déverglaçage et surfaces de bétons verticales directement exposées aux projections d'agents de déverglaçage et au gel : Zones des structures marines soumises aux projections et exposées au gel. |
| **6. Attaques chimiques** | | |
| Lorsque le béton est exposé aux attaques chimiques, se produisant dans les sols naturels, les eaux de surface, les eaux souterraines, comme indiqué au Tableau 2, les classes d'exposition doivent être données ci-après. La classification de l'eau de mer dépend de la localisation géographique, par conséquence la classification valide sur le lieu d'utilisation du béton s'applique.<br>NOTE Une étude particulière peut être nécessaire pour déterminer la classe d'exposition adéquate dans les environnements tels que :<br>— n'entrant pas dans les limites du Tableau 2 ;<br>— contenant d'autres substances chimiques agressives ;<br>— sol ou eau polluée chimiquement ;<br>— présentant une vitesse d'écoulement de l'eau élevée, en combinaison avec certaines substances chimiques du Tableau 2. | | |
| *XA*1 | Environnement à faible agressivité chimique, selon le Tableau 2 | |
| *XA*2 | Environnement d'agressivité chimique modérée, selon le Tableau 2 | |
| *XA*3 | Environnement à forte agressivité chimique, selon le Tableau 2 | |

**Tableau 2 — Valeurs limites pour les classes d'exposition correspondant aux attaques chimiques des sols naturels et eaux souterraines**

Les environnements chimiques agressifs classés ci-dessous sont fondés sur des sols et eaux souterraines naturels à une température eau/sol comprise entre 5 °C et 25 °C et où la vitesse d'écoulement de l'eau est suffisamment faible pour être assimilée à des conditions statiques.

Le choix de la classe se fait par rapport à la caractéristique chimique conduisant à l'agression la plus élevée.

Lorsqu'au moins deux caractéristiques agressives conduisent à une même classe, l'environnement doit être classé dans la classe immédiatement supérieure, sauf si une étude spécifique démontre que ce n'est pas nécessaire.

| Caractéristique chimique | Méthode d'essai de référence | XA1 | XA2 | XA3 |
|---|---|---|---|---|
| **Eaux de surfaces et souterraines** | | | | |
| $SO_4^{2-}$ en mg/l | EN 196-2 | ≥ 200 et ≤ 600 | > 600 et ≤ 3 000 | > 3 000 et ≤ 6 000 |
| pH | ISO 4316 | ≤ 6,5 et ≥ 5,5 | < 5,5 et ≥ 4,5 | < 4,5 et ≥ 4,0 |
| $CO_2$ agressif, en mg/l | prEN 13577:1999 | ≥ 15 et ≤ 40 | > 40 et ≤ 100 | > 100 jusqu'à saturation |
| $NH_4^+$, en mg/l | ISO 7150-1 ou ISO 7150-2 | ≥ 15 et ≤ 30 | > 30 et ≤ 60 | > 60 et ≤ 100 |
| $Mg^{2+}$, en mg/l | ISO 7980 | ≥ 300 et ≤ 1 000 | > 1 000 et ≤ 3 000 | > 3 000 jusqu'à saturation |
| **Sol** | | | | |
| $SO_4^{2-}$ mg/kg a) total | EN 196-2 b) | ≥ 2 000 et ≤ 3 000 c) | > 3 000 c) et ≤ 12 000 | > 12 000 et ≤ 24 000 |
| Acidité ml/kg | DIN 4030-2 | > 200 Baumann Gully | N'est pas rencontré dans la pratique | |

*a) Les sols argileux dont la perméabilité est inférieure à $10^{-5}$ m/s peuvent être classés dans une classe inférieure.*

*b) La méthode d'essai prescrit l'extraction du $SO_4^{2-}$ à l'acide chlorhydrique ; alternativement il est possible de procéder à cette extraction à l'eau si c'est l'usage sur le lieu d'utilisation du béton.*

*c) La limite doit être ramenée de 3 000 mg/kg à 2 000 mg/kg, en cas de risque d'accumulation d'ions sulfate dans le béton due à l'alternance de périodes sèches et de périodes humides, ou par remontée capillaire.*

## 4.2 Béton frais

### 4.2.1 Classes de consistance

Les Tableaux 3, 4, 5 ou 6 sont applicables dans le cas où la consistance du béton est classifiée.

NOTE Il n'existe pas de relation directe entre les classes de consistance indiquées dans les Tableaux 3 à 6. Dans certains cas particuliers, la consistance peut également être spécifiée au moyen de valeurs cibles. Pour les bétons à consistance terre humide, c'est-à-dire un béton à faible teneur en eau étudié pour être compacté avec un procédé particulier, la consistance n'est pas classifiée.

**Tableau 3 — Classes d'affaissement**

| Classe | Affaissement en mm |
|---|---|
| S1 | de 10 à 40 |
| S2 | de 50 à 90 |
| S3 | de 100 à 150 |
| S4 | de 160 à 210 |
| S5 1) | ≥ 220 |

*1) Voir la note du 5.4.1.*

**Tableau 4 — Classes Vébé**

| Classe | Vébé en s |
|---|---|
| V0 1) | ≥ 31 |
| V1 | de 30 à 21 |
| V2 | de 20 à 11 |
| V3 | de 10 à 6 |
| V4 1) | de 5 à 3 |
| *1) Voir la note du 5.4.1.* | |

**Tableau 5 — Classes de serrage**

| Classe | Indice de serrage |
|---|---|
| C0 1) | ≥ 1,46 |
| C1 | de 1,45 à 1,26 |
| C2 | de 1, 25 à 1,11 |
| C3 | de 1,10 à 1,04 |
| *1) Voir la note du 5.4.1.* | |

**Tableau 6 — Classes d'étalement**

| Classe | Diamètre d'étalement en mm |
|---|---|
| F1 1) | ≤ 340 |
| F2 | de 350 à 410 |
| F3 | de 420 à 480 |
| F4 | de 490 à 550 |
| F5 | de 560 à 620 |
| F6 1) | ≥ 630 |
| *1) Voir la note du 5.4.1.* | |

### 4.2.2 Classes en fonction de la dimension maximale des granulats

Lorsque le béton est classé selon la dimension maximale des granulats, la classification doit se faire à partir de la dimension nominale supérieure du plus gros granulat présent dans le béton ($D_{max}$) conformément au prEN 12620:2000.

NOTE *D* est la dimension maximale du tamis par laquelle la dimension des granulats est déterminée selon prEN 12620:2000.

## 4.3 Béton durci

### 4.3.1 Classes de résistance à la compression

Lorsque le béton est classé selon sa résistance à la compression, le Tableau 7 est applicable s'il s'agit de bétons de masse volumique normale et de bétons lourds, ou le Tableau 8, s'il s'agit de bétons légers. La valeur $f_{ck-cyl}$ est la résistance caractéristique exigée à 28 jours mesurée sur des cylindres de 150 mm de diamètre sur 300 mm de haut, et la valeur $f_{ck-cube}$, à la résistance caractéristique exigée à 28 jours mesurée sur des cubes de 150 mm de côté.

NOTE Dans certains cas particuliers, il est possible d'utiliser des niveaux de résistance intermédiaires par rapport aux valeurs indiquées dans les Tableaux 7 et 8, si ceci est permis par les normes de calcul correspondantes.

**Tableau 7 — Classes de résistance à la compression pour les bétons de masse volumique normale et les bétons lourds**

| Classe de résistance à la compression | Résistance caractéristique minimale sur cylindres $f_{ck-cyl}$ N/mm$^2$ | Résistance caractéristique minimale sur cubes $f_{ck-cube}$ N/mm$^2$ |
|---|---|---|
| C8/10 | 8 | 10 |
| C12/15 | 12 | 15 |
| C16/20 | 16 | 20 |
| C20/25 | 20 | 25 |
| C25/30 | 25 | 30 |
| C30/37 | 30 | 37 |
| C35/45 | 35 | 45 |
| C40/50 | 40 | 50 |
| C45/55 | 45 | 55 |
| C50/60 | 50 | 60 |
| C55/67 | 55 | 67 |
| C60/75 | 60 | 75 |
| C70/85 | 70 | 85 |
| C80/95 | 80 | 95 |
| C90/105 | 90 | 105 |
| C100/115 | 100 | 115 |

**Tableau 8 — Classes de résistance pour les bétons légers**

| Classe de résistance à la compression | Résistance caractéristique minimale sur cylindres $f_{ck\text{-}cyl}$ N/mm$^2$ | Résistance caractéristique minimale sur cubes [a)] $f_{ck\text{-}cube}$ N/mm$^2$ |
|---|---|---|
| LC8/9 | 8 | 9 |
| LC12/13 | 12 | 13 |
| LC16/18 | 16 | 18 |
| LC20/22 | 20 | 22 |
| LC25/28 | 25 | 28 |
| LC30/33 | 30 | 33 |
| LC35/38 | 35 | 38 |
| LC40/44 | 40 | 44 |
| LC45/50 | 45 | 50 |
| LC50/55 | 50 | 55 |
| LC55/60 | 55 | 60 |
| LC60/66 | 60 | 66 |
| LC70/77 | 70 | 77 |
| LC80/88 | 80 | 88 |

*a) D'autres valeurs peuvent être utilisées si une relation avec la valeur de référence sur cylindre est établie et documentée avec une précision suffisante.*

### 4.3.2 Classes de masse volumique pour le béton léger

Lorsque le béton léger est classé selon sa masse volumique, le Tableau 9 est applicable.

**Tableau 9 — Classification de la masse volumique du béton léger**

| Classe de masse volumique | D 1,0 | D 1,2 | D 1,4 | D 1,6 | D 1,8 | D 2,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Plages de masse volumique en kg/m$^3$ | ≥ 800 et ≤ 1 000 | > 1 000 et ≤ 1 200 | > 1 200 et ≤ 1 400 | > 1 400 et ≤ 1 600 | > 1 600 et ≤ 1 800 | > 1 800 et ≤ 2 000 |

NOTE Il est également possible de spécifier la masse volumique du béton léger en termes de valeur cible.

# 5 Exigences relatives au béton et méthodes de vérification

## 5.1 Exigences de base relatives aux constituants

### 5.1.1 Généralités

Les constituants ne doivent pas contenir de substances nocives en quantités telles qu'elles puissent avoir un effet préjudiciable sur la durabilité du béton ou induire une corrosion des armatures, ils doivent être aptes à l'emploi pour l'utilisation envisagée du béton.

Lorsque l'aptitude générale à l'emploi d'un constituant est établie, cela ne signifie pas qu'il puisse être utilisé dans tous les cas ou quelle que soit la composition du béton.

Seuls les constituants dont l'aptitude à l'emploi pour l'utilisation prescrite est établie doivent être utilisés dans les bétons conformes à l'EN 206-1.

NOTE En l'absence de norme européenne pour un constituant particulier faisant spécifiquement référence à l'utilisation de ce constituant dans du béton conforme à l'EN 206-1, ou lorsqu'une norme européenne existante ne traite pas d'un produit particulier ou lorsque le constituant diffère significativement de la norme européenne, l'aptitude à l'emploi peut être établie :

— par un agrément technique européen faisant spécifiquement référence à l'utilisation du constituant dans du béton conforme à l'EN 206-1 ;

— par des normes nationales correspondantes ou des dispositions en vigueur là où le béton est utilisé, faisant spécifiquement référence à l'utilisation du constituant dans du béton conforme à l'EN 206-1.

### 5.1.2 Ciment

L'aptitude générale à l'emploi est établie pour les ciments conformes l'EN 197-1.

### 5.1.3 Granulats

L'aptitude générale à l'emploi est établie pour :

— les granulats de masse volumique normale et les granulats lourds conformes au prEN 12620:2000 ;

— les granulats légers conformes au prEN 13055-1:1997.

NOTE Les dispositions pour les granulats recyclés ne sont pas encore incluses dans ces normes. Jusqu'à ce que ces dispositions soient données dans des spécifications techniques européennes, il convient que l'aptitude à l'emploi soit établie selon la note du 5.1.1

### 5.1.4 Eau de gâchage

L'aptitude générale à l'emploi est établie pour l'eau de gâchage et les eaux de lavage récupérées de la production du béton, conformes au prEN 1008:1997.

### 5.1.5 Adjuvants

L'aptitude générale à l'emploi est établie pour les adjuvants conformes à l'EN 934-2.

### 5.1.6 Additions (y compris les fillers minéraux et les pigments)

L'aptitude générale à l'emploi comme addition de Type I (voir 3.1.23) est établie :

— pour les fillers conformes au prEN 12620:2000 ;

— pour les pigments conformes à l'EN 12878.

L'aptitude générale à l'emploi comme addition de Type II (voir 3.1.23) est établie :

— pour les cendres volantes conformes à l'EN 450 ;

— pour les fumées de silice conformes au prEN 13263:1998.

## 5.2 Exigences de base pour la composition du béton

### 5.2.1 Généralités

La composition du béton et les constituants des bétons à propriétés spécifiées ou à composition prescrite doivent être choisis (voir 6.1) de manière à satisfaire aux exigences spécifiées pour le béton frais et durci, y compris la consistance, la masse volumique, la résistance, la durabilité, la protection contre la corrosion des pièces en acier noyées, tout en tenant compte du procédé de production et de la méthode choisie pour l'exécution des ouvrages en béton.

Lorsque ce n'est pas précisé dans la spécification, le producteur doit sélectionner les types et les classes de constituants parmi ceux dont l'aptitude à l'emploi est établie pour les conditions d'environnement spécifiées.

NOTE 1 Il convient de formuler le béton en vue de minimiser les phénomènes de ségrégation et de ressuage du béton frais, sauf prescriptions contraires.

NOTE 2 En général, les propriétés du béton requises pour son utilisation dans une structure ne seront atteintes qu'en respectant certaines procédures d'exécution concernant le béton frais sur le lieu d'utilisation. Aussi, outre les exigences stipulées dans la présente norme, il convient que les exigences relatives au transport, à la mise en place, au compactage, à la cure et aux traitements ultérieurs soient prises en compte avant de spécifier le béton (voir ENV 13670-1 ou d'autres normes pertinentes). Ces exigences sont souvent interdépendantes. Si toutes ces exigences sont satisfaites, toute différence entre la qualité du béton dans la structure et celle des éprouvettes d'essai normalisées, sera prise en compte par le coefficient partiel de sécurité du matériau (voir l'ENV 1992-1-1).

Pour les bétons à composition prescrite dans une norme, la composition est limitée à :

— des granulats naturels de masse volumique normale ;

— des additions en poudre à condition qu'elles ne soient pas prise en compte pour calculer le dosage en ciment et le rapport eau/ciment ;

— des adjuvants, à l'exception des entraîneurs d'air ;

— des compositions remplissant les critères des tests initiaux décrits en A.5 annexe A.

NOTE 3 Les dispositions valides sur le lieu d'utilisation peuvent lister les types et classes de constituants dont l'aptitude à l'emploi est établie pour l'environnement local.

### 5.2.2 Choix du ciment

Le ciment doit être choisi parmi ceux dont l'aptitude à l'emploi est établie et en prenant en considération :

— l'exécution de l'ouvrage ;

— l'utilisation finale du béton ;

— les conditions de cure (par exemple chauffage) ;

— les dimensions de la structure (développement de chaleur) ;

— les agressions environnementales auxquelles la structure est exposée (voir 4.1) ;

— la réactivité potentielle des granulats aux alcalins des constituants.

### 5.2.3 Utilisation des granulats

#### 5.2.3.1 *Généralités*

Le type, la dimension et les catégories de granulats, concernant par exemple l'aplatissement, la résistance au gel-dégel, l'abrasion, la résistance, la teneur en fines, etc. doivent être sélectionnés en tenant compte de :

— l'exécution de l'ouvrage ;

— l'utilisation finale du béton ;

— les conditions environnementales auxquelles sera soumis le béton ;

— toutes les exigences pour les granulats apparents ou les granulats pour bétons talochés.

Le maximum de la dimension nominale supérieure des granulats ($D_{max}$) sera sélectionné en prenant en compte l'épaisseur de recouvrement et la dimension minimale des sections.

**5.2.3.2 *Graves***

Les graves conformes au prEN 12620:2000 ne doivent être utilisées que dans des bétons de classes de résistance à la compression ≤ C 12/15.

**5.2.3.3 *Granulats récupérés***

Les granulats récupérés à partir des eaux de lavage ou du béton frais peuvent être utilisés comme granulats pour le béton.

La proportion de granulats récupérés non triés ajoutés ne doit pas être supérieure à 5 % de la quantité totale de granulats. Lorsque des quantités supérieures à 5 % sont ajoutées, elles doivent être de même type que les granulats primaires utilisés dans le béton et doivent être triés, en séparant les gravillons et les sables, et ils doivent satisfaire les exigences du prEN 12620:2000.

**5.2.3.4 *Résistance à la réaction alcali-silice***

Lorsque les granulats contiennent des variétés de silice sensibles aux attaques des alcalins ($Na_2O$ et $K_2O$ présents dans le ciment ou provenant d'autres origines) et que le béton est exposé à l'humidité, des actions doivent être entreprises pour prévenir une réaction alcali silice délétère en utilisant des procédures à l'efficacité établie.

NOTE En fonction de l'origine géologique des granulats, il convient d'observer des précautions appropriées en tenant compte de l'expérience à long terme acquise en ce qui concerne l'utilisation du ciment avec les granulats en question. Le Rapport Technique du CEN CR 1901 décrit l'ensemble de ces précautions valides dans différents pays européens.

### 5.2.4 Utilisation des eaux recyclées

Les eaux recyclées issues de la production de béton doivent être utilisées en conformité avec l'annexe A du prEN 1008:1997.

### 5.2.5 Utilisation des additions

**5.2.5.1 *Généralités***

Les quantités d'additions de type I et de type II pouvant être utilisées dans un béton doivent faire l'objet d'essais initiaux (voir annexe A).

NOTE 1 Il convient que l'influence de quantités élevées d'additions sur les propriétés autres que les résistances soit prise en compte.

Les additions de type II peuvent être prises en compte dans la composition du béton pour le respect de la teneur en ciment et du rapport eau/ciment, dans la mesure où leur aptitude à l'emploi est établie.

L'aptitude à l'emploi du concept du coefficient k est établie pour les cendres volantes et les fumées de silice (voir 5.2.5.2). Si d'autres concepts, comme le concept de performance équivalente (voir 5.2.5.3) ou les modifications des règles du concept du coefficient k, des valeurs plus élevées de k comme défini en 5.2.5.2.2 et 5.2.5.2.3, ou l'utilisation d'autres additions (y compris de type I) ou des mélanges d'additions, doivent être utilisés, alors leur aptitude à l'emploi doit être établie.

NOTE 2 L'établissement de l'aptitude à l'emploi peut se faire :

— soit sur la base d'un agrément technique européen faisant spécifiquement référence à l'utilisation de l'addition dans du béton conforme à l'EN 206-1 ;

— soit sur la base d'une norme nationale correspondante ou de dispositions en vigueur là où le béton est utilisé, faisant spécifiquement référence à l'utilisation de l'addition dans du béton conforme à l'EN 206-1.

**5.2.5.2 *Concept du coefficient k***

5.2.5.2.1 *Généralités*

Le concept du coefficient *k* autorise la prise en compte des additions de type II :

— en remplaçant le terme «rapport eau/ciment» (défini en 3.1.31) par celui de «rapport eau/(ciment + $k \times$ addition)» ;

— pour l'exigence relative au dosage minimal en ciment (voir 5.3.2).

La valeur réelle de $k$ dépend de l'addition elle-même.

L'application du concept du coefficient $k$ aux cendres volantes conformes à l'EN 450, et aux fumées de silice conformes au prEN 13263:1998, utilisées avec un ciment de type CEM I conforme à l'EN 197-1, est définie dans les paragraphes suivants. Le concept de coefficient $k$ peut être appliqué aux cendres volantes et aux fumées de silice utilisées avec d'autres types de ciment ainsi qu'à d'autres additions, dans la mesure où l'aptitude à l'emploi est établie.

#### 5.2.5.2.2 *Concept du coefficient k pour les cendres volantes conformes à l'EN 450*

La quantité maximale de cendres volantes à prendre en compte pour le concept de coefficient $k$ doit respecter l'exigence :

$$\text{cendres volantes/ciment} \leq 0,33 \text{ (en masse)}$$

Si une plus grande quantité de cendres volantes est utilisée, l'excédent ne doit pas être pris en compte ni pour le calcul du rapport eau/(ciment + $k \times$ cendres volantes), ni pour le dosage minimal en ciment.

Les valeurs suivantes de $k$ sont autorisées pour un béton dont le ciment est de type CEM I, conforme à l'EN 197-1 :

CEM I 32,5 $k = 0,2$ ;

CEM I 42,5 et classes supérieures $k = 0,4$.

Le dosage minimal en ciment en fonction de la classe d'exposition pertinente (voir 5.3.2), peut être diminué d'une quantité maximale de : $k \times$ (dosage minimal en ciment – 200) kg/m$^3$. En outre, la quantité de (ciment + cendres volantes) ne doit pas être inférieure à l'exigence de teneur minimale en ciment, conformément à 5.3.2.

NOTE L'application du concept du coefficient $k$ n'est pas recommandée pour les bétons contenant une combinaison de cendres volantes et de ciment CEM I résistant aux sulfates, pour les classes d'exposition *XA2* et *XA3*, lorsque la substance agressive est du sulfate.

#### 5.2.5.2.3 *Concept du coefficient k pour les fumées de silice conformes au prEN 13263:1998*

La quantité maximale de fumées de silice à prendre en compte pour le calcul du rapport eau/ciment et pour le dosage minimal en ciment doit respecter l'exigence :

$$\text{fumées de silice/ciment} \leq 0,11 \text{ (en masse)}$$

Si une plus grande quantité de fumées de silice est utilisée, l'excédent ne doit pas être pris en compte dans le concept du coefficient $k$.

Les valeurs suivantes de $k$ sont autorisées pour un béton dont le ciment est de type CEM I, conforme à l'EN 197-1.

— pour un rapport eau/ciment spécifié ≤ 0,45 $k = 2,0$ ;

— pour un rapport eau/ciment spécifié > 0,45 $k = 2,0$ sauf pour les classes d'exposition XC et XF, où $k = 1,0$.

La quantité de (ciment + $k \times$ fumée de silice) ne doit pas être inférieure à l'exigence de dosage minimal en ciment pour la classe d'exposition concernée (voir 5.3.2). Le dosage minimal en ciment ne doit pas être diminué de plus de 30 kg/m$^3$ dans le béton destiné à être utilisé dans des classes d'exposition pour lesquelles le dosage minimal en ciment est ≤ 300 kg/m$^3$.

### 5.2.5.3 *Concept de performance équivalente du béton*

Le concept de performance équivalente du béton permet de modifier les exigences énoncées dans la présente norme en ce qui concerne le dosage minimal en ciment et le rapport maximal eau/ciment dans les cas où une addition spécifique est utilisée avec un ciment spécifique dont l'origine et les caractéristiques de chacun sont clairement définies et consignées.

Conformément aux exigences de 5.2.5.1, il doit être prouvé que le béton a une équivalence de performance avec celle d'un béton de référence, en particulier pour ce qui concerne son comportement vis-à-vis des agressions de l'environnement et sa durabilité, conformément aux exigences pour la classe d'exposition concernée (voir 5.3.2).

L'annexe E donne les principes d'évaluation du concept de performance équivalente. Lorsque le béton est confectionné selon ces procédures, il doit être soumis à une évaluation continue, tenant compte des variations du ciment et de l'addition.

La validité du concept de performance équivalente du béton est établie dans la mesure où les dispositions mentionnées ci-dessus sont respectées (voir note 2 de 5.2.5.1).

### 5.2.6 Utilisation d'adjuvants

La quantité totale d'adjuvants éventuellement utilisés ne doit pas dépasser le dosage maximal recommandé, défini par le fabricant de l'adjuvant, et ne doit pas excéder 50 g d'adjuvant (tel que vendu) par kg de ciment, sauf si l'influence d'un dosage plus fort sur les performances et la durabilité du béton est établie.

Les adjuvants utilisés en quantités inférieures à 2 g/kg ne sont autorisés que s'ils sont dispersés dans une partie de l'eau de gâchage.

Si la quantité totale d'adjuvants liquides est supérieure à 3 l/m$^3$ de béton, la teneur en eau de ces adjuvants doit être prise en compte dans le calcul du rapport eau/ciment.

Lorsque plusieurs adjuvants sont utilisés, leur compatibilité doit être vérifiée lors des essais initiaux.

NOTE Il convient que les bétons de consistance ≥ S4, V4, C3, ou ≥ F4 soient fabriqués avec des adjuvants hauts réducteurs d'eau ou des superplastifiants.

### 5.2.7 Teneur en chlorures

La teneur en chlorures d'un béton, exprimée en pourcentage en masse d'ions chlorures rapportée à la masse de ciment, ne doit pas dépasser la valeur mentionnée dans le Tableau 10 pour la classe sélectionnée.

**Tableau 10 — Teneur maximale en ions chlorure du béton**

| Utilisation du béton | Classe de chlorures a) | Teneur maximale en $Cl^-$ rapportée à la masse de ciment b) |
|---|---|---|
| Ne contenant ni armatures en acier ni pièces métalliques noyées (à l'exception des pièces de levage résistant à la corrosion). | Cl 1,0 | 1,0 % |
| Contenant des armatures en acier ou des pièces métalliques noyées | Cl 0,20 | 0,20 % |
| | Cl 0,40 | 0,40 % |
| Contenant des armatures de précontrainte en acier | Cl 0,10 | 0,10 % |
| | Cl 0,20 | 0,20 % |

*a) Pour un usage spécifique du béton, la classe à utiliser dépend des dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton.*

*b) Lorsque des additions de type II sont utilisées et sont prises en compte pour le dosage en ciment, la teneur en chlorures est exprimée comme le pourcentage en masse des ions chlorures rapportée à la masse de ciment plus la masse totale des additions qui sont prises en compte.*

Le chlorure de calcium et les adjuvants à base de chlorures ne doivent pas être ajoutés au béton contenant une armature en acier, ou une armature de précontrainte en acier, ou des pièces métalliques noyées.

Pour déterminer la teneur en chlorure du béton, la somme des contributions des constituants doit être calculée à l'aide d'une des méthodes suivantes ou de leur combinaison :

- calcul fondé sur la teneur maximale en chlorure du constituant fixée dans la norme relative au constituant, ou sur celle déclarée par le producteur, pour chacun des constituants ;
- calcul basé sur la teneur en chlorure des constituants, calculée mensuellement sur la base de la somme des moyennes des 25 dernières déterminations de la teneur en chlorure, augmentée de 1,64 fois l'écart-type calculé pour chaque constituant.

NOTE Cette dernière méthode s'applique particulièrement aux granulats marins et en l'absence de valeur maximale normalisée ou déclarée.

#### 5.2.8 Température du béton

La température du béton frais ne doit pas être inférieure à 5 °C au moment de la livraison. Dans le cas où une exigence relative à une autre température maximum ou minimum du béton frais est nécessaire, elles doivent être spécifiées ainsi que les tolérances. Toute exigence de refroidissement ou de chauffage artificiel du béton doit être établie d'un commun accord entre le producteur et l'utilisateur.

### 5.3 Exigences liées aux classes d'exposition

#### 5.3.1 Généralités

Pour que le béton résiste aux agressions environnementales, les exigences sont souvent données en termes de valeurs limites pour la composition du béton et de propriétés définies du béton (voir 5.3.2) ; alternativement les exigences peuvent résulter de méthodes de conception performantielles (voir 5.3.3). Les exigences devront prendre en compte la durée de vie prévue de la structure.

#### 5.3.2 Valeurs limites pour la composition du béton

En l'absence de norme européenne relative aux essais directs de performance du béton, en raison d'expériences à long terme différentes, les exigences sur la méthode de spécification en vue de résister aux agressions de l'environnement sont données dans la présente norme en termes de propriétés établies du béton et de valeur limites de composition.

NOTE 1 En raison du manque d'expérience sur l'efficacité de la classification des actions de l'environnement sur le béton à refléter les différences locales pour des classes nominales identiques, les valeurs spécifiques d'exigences pour les classes d'environnement applicables sont données par les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton.

Les exigences relatives à chaque classe d'exposition doivent être spécifiées en termes de :

— type et classes de constituants permis ;

— rapport maximal eau/ciment ;

— dosage minimal en ciment ;

— résistance minimale à la compression du béton (facultatif) ;

et, le cas échéant :

— teneur minimale en air dans le béton.

NOTE 2 Dans les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton, il convient que le rapport eau/ciment maximal soit indiqué par incréments de 0,05, et la teneur minimale en ciment, par incréments de 20 kg/m$^3$. Quant à la résistance à la compression, il convient qu'elle soit indiquée en classes, conformément au Tableau 7, pour les bétons de masse volumique normale et les bétons lourds, et conformément au Tableau 8, pour les bétons légers. Une recommandation pour le choix des valeurs limites de composition et aux propriétés du béton est donnée à l'annexe F (informative) dans le cas de l'utilisation de ciment CEM I.

NOTE 3 Il convient que les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton incluent des exigences sur la base d'une durée de vie présumée d'au moins 50 ans dans des conditions d'entretien anticipées. Pour des durées de vie inférieures ou supérieures, des valeurs limites spécifiées plus sévères ou moins sévères peuvent être nécessaires. Dans ces cas-là ou pour des compositions spécifiques de béton, ou en présence d'exigences particulières en matière de protection contre la corrosion relatives à l'épaisseur de béton couvrant l'armature (par exemple lorsque l'épaisseur est inférieure aux spécifications de l'ENV 1992-1-1 relative à la protection contre la corrosion), il convient que des études particulières soient effectuées par le prescripteur pour un chantier particulier, ou, plus généralement, par des dispositions nationales.

Si le béton est conforme aux valeurs limites spécifiées, le béton dans la structure doit être présumé capable de satisfaire les exigences de durabilité par rapport à l'utilisation envisagée dans les conditions environnementales spécifiques, dans la mesure où :

— le béton est correctement mis en place, serré et soumis à une cure, par exemple conformément à l'ENV 13670-1 ou tout autre norme pertinente ;

— l'épaisseur de béton recouvrant l'armature est l'épaisseur minimale requise dans la norme de calcul pertinente, par exemple l'ENV 1992-1-1, exigée pour la condition environnementale spécifique ;

— la classe d'environnement a été correctement sélectionnée ;

— la maintenance préventive est réalisée.

### 5.3.3 Méthodes de conception performantielles

Les exigences relatives aux classes d'exposition peuvent être établies en utilisant les méthodes de conception performantielles pour la durabilité et elles peuvent être établies en termes de paramètres performantiels, par exemple une mesure d'écaillage dans un essai de gel /dégel. L'annexe J (informative) de la présente norme donne des conseils relatifs à l'utilisation d'une autre méthode de conception en fonction des performances pour la durabilité. L'utilisation d'une variante est soumise aux dispositions en vigueur là où le béton est utilisé.

## 5.4 Exigences pour le béton frais

### 5.4.1 Consistance

Lorsque la consistance du béton doit être déterminée, elle doit être mesurée par un des essais suivants :

— l'essai d'affaissement selon l'EN 12350-2 ;

— l'essai Vébé selon l'EN 12350-3 ;

— l'essai d'indice de serrage selon l'EN 12350-4 ;

— l'essai d'étalement sur table selon l'EN 12350-5 ;

— ou par des méthodes d'essai spécifiques ayant fait l'objet d'un accord entre le prescripteur et le producteur pour le béton destiné aux applications spéciales (par exemple : béton à consistance terre humide)

NOTE En raison du manque de sensibilité des méthodes d'essai au delà de certaines valeurs, il est recommandé d'utiliser les essais indiqués ci-dessus uniquement pour :

— une hauteur d'affaissement ≥ 10 mm et ≤ 210 mm ;

— un temps à l'essai de Vébé ≤ 30 s et > 5 s ;

— un indice de serrage ≥ 1,04 et < 1,46 ;

— un diamètre d'étalement > 340 mm et ≤ 620 mm.

Lorsque la consistance du béton doit être déterminée, cela doit se faire au moment de l'utilisation du béton ou à l'instant de la livraison dans le cas du béton prêt à l'emploi.

Si le béton est livré dans un camion malaxeur ou une cuve agitatrice, il est possible de mesurer la consistance sur un échantillon ponctuel prélevé sur le premier déversement. L'échantillon ponctuel doit être prélevé après un déversement de 0,3 m$^3$ environ, conformément à l'EN 12350-1.

La consistance peut être spécifiée soit par référence à une classe de consistance, conformément à 4.2.1, soit, dans les cas particuliers, par une valeur cible. Dans ce cas, les tolérances sont données au Tableau 11.

**Tableau 11 — Tolérances relatives aux valeurs cibles de consistance**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Affaissement** | | | |
| Plage des valeurs cibles, en mm | ≤ 40 | 50 à 90 | ≥ 100 |
| Tolérances, en mm | ± 10 | ± 20 | ± 30 |
| **Temps Vébé** | | | |
| Plage des valeurs cibles, en s | ≥ 11 | 10 à 6 | ≤ 5 |
| Tolérances, en s | ± 3 | ± 2 | ± 1 |
| **Indice de serrage** | | | |
| Plage des valeurs cibles | ≥ 1,26 | 1,25 à 1,11 | ≤ 1,10 |
| Tolérances | ± 0,10 | ± 0,08 | ± 0,05 |
| **Étalement** | | | |
| Plage des valeurs cibles, en mm | Toutes les valeurs | | |
| Tolérances, en mm | ± 30 | | |

### 5.4.2 Dosage en ciment et rapport eau/ciment

Lorsque le dosage en ciment, en eau ou en addition doit être déterminé, la quantité de ciment, la quantité d'addition et la quantité d'eau apportée doivent être relevées, soit telles qu'enregistrées sur l'imprimante de l'enregistreur de gâchée, ou, lorsque l'enregistreur n'est pas utilisé à partir du registre de production, en relation avec les instructions de pesées.

Lorsque le rapport eau/ciment du béton est à déterminer, il doit être calculé sur la base de la teneur ciment déterminée et de la teneur en eau efficace (pour les adjuvants liquides, voir 5.2.6). L'absorption d'eau des granulats de masse volumique normale et des granulats lourds doit être déterminée selon l'EN 1097-6. L'absorption d'eau des granulats légers dans le béton frais doit être la valeur obtenue en 1 h déterminée selon la méthode décrite dans l'annexe C de l'EN 1097-6, en utilisant la valeur de l'humidité du granulat tel qu'utilisé au lieu de celle après passage à l'étuve.

NOTE 1 Pour les éléments fins des granulats légers, il convient que la méthode d'essai et les critères suivent les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton.

Lorsque le dosage minimum en ciment est remplacé par la teneur minimale (ciment + addition) ou lorsqu'à la place du rapport eau/ciment, on utilise le rapport eau/(ciment + $k \times$ addition) ou le rapport eau/(ciment + addition) (voir 5.2.5), la méthode doit être adaptée en conséquence.

Aucune valeur individuelle du rapport eau/ciment ne doit dépasser de plus de 0,02 la valeur limite spécifiée.

Lorsque la détermination du dosage en ciment, de la teneur en addition ou du rapport eau/ciment du béton frais par analyse est exigée, la méthode d'essai à appliquer doit faire l'objet d'un accord entre le prescripteur et le producteur.

NOTE 2 Voir le Rapport Technique CEN CR 13902 «Méthode d'essais de détermination du rapport eau/ciment du béton frais».

### 5.4.3 Teneur en air

Lorsque la teneur en air du béton doit être déterminée, elle doit être mesurée conformément à l'EN 12350-7, pour les bétons de masse volumique normale et pour les bétons lourds, et conformément à l'ASTM C 173, pour les bétons légers. La teneur en air entraîné est prescrite par une valeur minimale. La limite supérieure maximale pour la teneur en air est la valeur minimale spécifiée augmentée de 4 % en valeur absolue.

### 5.4.4 Dimension maximale des granulats

Lorsque le maximum de la dimension nominale supérieure des granulats doit être déterminé sur le béton frais, il doit être mesuré en conformité avec l'EN 933-1.

La dimension maximale des granulats telle que définie dans le prEN 12620:2000 ne doit pas être supérieure à celle spécifiée.

## 5.5 Exigences pour le béton durci

### 5.5.1 Résistance

#### 5.5.1.1 *Généralités*

Lorsque la résistance doit être déterminée, elle doit être fondée sur des essais effectués sur des cubes de 150 mm ou des cylindres de 150 mm/300 mm conformes à l'EN 12390-1, et fabriqués et conservés selon l'EN 12390-2 à partir d'échantillons prélevés conformément à l'EN 12350-1.

Pour évaluer la résistance, d'autres dimensions d'éprouvettes et d'autres modes de conservation peuvent être utilisés à condition que les relations avec ceux de référence aient été établies avec une précision suffisante et qu'elles soient enregistrées.

#### 5.5.1.2 *Résistance à la compression*

Lorsque la résistance à la compression doit être déterminée, elle doit être exprimée en $f_{c,cube}$ lorsqu'elle est déterminée sur des échantillons cubiques, et en $f_{c,cyl}$ , lorsqu'elle est déterminée sur des échantillons cylindriques, conformément au prEN 12390-3:1999.

Le choix de l'essai sur cube ou sur cylindre pour l'évaluation de la résistance, doit être déclaré à temps par le producteur avant la livraison. Si une méthode différente doit être utilisée, ceci doit être établi d'un commun accord entre le prescripteur et le producteur.

Sauf prescription contraire la résistance à la compression est mesurée sur des éprouvettes écrasées à 28 jours Pour des utilisations particulières, il peut s'avérer nécessaire de spécifier la résistance à la compression à des échéances plus courtes ou plus longues que 28 jours (par exemple, pour de gros éléments structuraux), ou après stockage dans des conditions particulières (par exemple, traitement thermique).

La résistance caractéristique du béton doit être égale ou supérieure à la résistance caractéristique minimum pour la classe de résistance spécifiée, voir Tableaux 7 et 8.

Lorsqu'il est probable que l'essai de résistance à la compression donne des valeurs non représentatives, par exemple béton de classe de consistance C0, ou plus raide que S1, ou le «vacuum concrete», alors la méthode d'essai doit être modifiée ou la résistance à la compression peut être évaluée dans la structure existante ou dans l'élément de structure.

NOTE Il convient que l'évaluation de la résistance dans la structure ou l'élément de structure soit fondée sur le prEN 13791:1999.

#### 5.5.1.3 *Résistance à la traction par fendage*

Lorsque la résistance à la traction par fendage du béton doit être déterminée, elle doit être mesurée conformément à l'EN 12390-6. Sauf prescription contraire, la résistance à la traction est déterminée sur des éprouvettes à 28 jours.

La résistance à la traction par fendage caractéristique du béton doit être égale ou supérieure à la résistance à la traction par fendage caractéristique spécifiée.

### 5.5.2 Masse volumique

Selon sa masse volumique sèche, le béton est défini comme normal, léger ou lourd (voir les définitions en 3.1).

Lorsque la masse volumique du béton doit être déterminée après séchage à l'étuve, elle doit être mesurée conformément à l'EN 12390-7.

Pour le béton normal, la masse volumique après séchage à l'étuve doit être supérieure à 2 000 kg/m$^3$ et inférieure à 2 600 kg/m$^3$. Pour le béton léger la masse volumique après séchage à l'étuve doit être comprise entre les limites de la classe prescrite, voir Tableau 9. Pour le béton lourd la masse volumique après séchage à l'étuve doit être supérieure à 2 600 kg/m$^3$. Lorsque, dans des cas particuliers, la masse volumique est spécifiée en termes de valeur cible, une tolérance de ± 100 kg/m$^3$ est appliquée.

### 5.5.3 Résistance à la pénétration de l'eau

Lorsque la résistance à la pénétration de l'eau doit être spécifiée, la méthode et les critères de conformité doivent faire l'objet d'un accord entre le prescripteur et le producteur.

En l'absence d'une méthode d'essai reconnue, la résistance à la pénétration de l'eau peut être spécifiée indirectement par des valeurs limites sur la composition du béton.

#### 5.5.4 Réaction au feu

Les bétons composés de granulats naturels conformes à 5.1.3, de ciment conforme à 5.1.2, d'adjuvants conformes à 5.1.5, d'additions conformes à 5.1.6 et d'autres matériaux minéraux conformes à 5.1.1 sont classifiés EURO classe A et ne requièrent pas d'essais. [1)]

## 6 Spécification du béton

### 6.1 Généralités

Le prescripteur du béton doit s'assurer que toutes les exigences pertinentes pour obtenir les propriétés nécessaires du béton, sont incluses dans la spécification donnée au producteur. Le prescripteur doit également prescrire toutes les exigences sur les propriétés du béton qui sont nécessaires au transport après livraison, à la mise en place, au compactage, à la cure ou à tout autre traitement ultérieur. La spécification doit, si nécessaire, inclure toutes les exigences particulières, par exemple pour obtenir un aspect architectonique.

Le prescripteur doit prendre en compte :

— l'utilisation du béton frais et durci ;

— les conditions de cure ;

— les dimensions de la structure (développement de chaleur) ;

— les agressions environnementales auxquelles la structure sera exposée ;

— toutes exigences sur les granulats apparents ou la finition des surfaces ;

— toutes les exigences liées aux épaisseurs de recouvrement ou à l'épaisseur minimale des sections, par exemple la dimension maximale nominale maximale des granulats ;

— toutes les restrictions d'emploi des constituants avec une aptitude à l'emploi établie par exemple en fonction de la classe d'agression environnementale.

NOTE 1 Les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton peuvent contenir des exigences pour certaines des considérations ci-dessus.

Le béton doit être spécifié soit comme béton à propriétés spécifiées en référence à la classification donnée à l'article 4 et aux exigences énoncées de 5.3 à 5.5 (voir 6.2), soit comme béton à composition prescrite en spécifiant la composition (voir 6.3). La spécification des propriétés du béton ou la prescription de sa composition, doit se faire sur la base des résultats d'essais initiaux (voir annexe A) ou des informations provenant d'une longue expérience acquise avec un béton comparable, en prenant en compte les exigences de base sur les constituants (voir 5.1) et la composition du béton (voir 5.2 et 5.3.2).

Pour le béton à composition prescrite c'est la responsabilité du prescripteur de s'assurer que les prescriptions sont conformes aux exigences générales de l'EN 206-1 et que la composition prescrite est capable d'atteindre les performances attendues pour le béton aussi bien à l'état frais que durci. Le prescripteur doit tenir et mettre à jour la documentation venant à l'appui de la prescription pour obtenir la performance attendue (voir 9.5). Dans le cas des bétons à composition prescrite dans une norme, cette tâche est de la responsabilité de l'organisme national de normalisation.

NOTE 2 Pour les bétons à composition prescrite l'évaluation de la conformité est fondée sur la seule conformité de la composition et non sur la performance attendue par le prescripteur.

---

*1) Selon la décision de la commission du 9 septembre 1994 (94/611/EC) publiée au Journal Officiel des Communautés Européennes N° L 241/25, du 9 septembre 1994.*

## 6.2 Spécification des bétons à propriétés spécifiées

### 6.2.1 Généralités

La spécification des bétons à propriétés spécifiées doit être effectuée à l'aide des données de base de 6.2.2, lesquelles doivent toujours être indiquées, et sur la base des données complémentaires de 6.2.3, qui, elles, doivent être indiquées sur demande.

Pour les abréviations à utiliser dans les prescriptions, voir article 11.

### 6.2.2 Données de base

La spécification doit comprendre :

a) exigence de conformité à l'EN 206-1 ;

b) classe de résistance à la compression ;

c) classe d'exposition (voir article 11 pour les désignations abrégées) ;

d) dimension maximale nominale des granulats ;

e) classe de teneur en chlorures selon le Tableau 10.

De plus, pour le béton léger :

f) classe de masse volumique ou masse volumique cible ;

Pour le béton lourd :

g) masse volumique cible ;

De plus dans le cas du béton prêt à l'emploi et du béton de chantier ;

h) la classe de consistance ou, dans des cas particuliers, la valeur cible de consistance.

### 6.2.3 Exigences complémentaires

Les points suivants peuvent être spécifiés par des exigences de performance et par des méthodes d'essai, le cas échéant :

— types ou classes particulières de ciment (par exemple ciment à faible chaleur d'hydratation) ;

— types ou classes particulières de granulats ;

NOTE 1 Dans ces cas, la composition du béton pour minimiser la réaction délétère alcali silice est de la responsabilité du prescripteur (voir 5.2.3.4).

— des caractéristiques exigées pour la résistance au gel dégel, par exemple : la teneur en air (voir 5.4.3) ;

NOTE 2 Lorsque la teneur en air est spécifiée à la livraison, il convient que le prescripteur prenne en compte les pertes éventuelles en air lors des opérations de pompage, de mise en place, de compactage, etc. ultérieures à la livraison.

— des exigences pour la température du béton frais lorsqu'elles diffèrent de 5.2.8 ;

— développement de la résistance (voir Tableau 12) ;

— dégagement de chaleur au cours de l'hydratation ;

— prise retardée ;

— résistance à la pénétration de l'eau ;

— résistance à l'abrasion ;

— résistance à la traction par fendage (voir 5.5.1.3) ;

— d'autres exigences techniques (par exemple, exigences liées à l'aspect du parement ou à une méthode de mise en place particulière).

## 6.3 Spécification des bétons à composition prescrite

### 6.3.1 Généralités

La spécification des bétons à composition prescrite doit être effectuée à l'aide des données de base de 6.3.2, lesquelles doivent toujours être indiquées, et à l'aide de données complémentaires de 6.3.3, qui, elles, doivent être indiquées sur demande.

### 6.3.2 Données de base

La spécification doit comprendre :

a) l'exigence de conformité à l'EN 206-1 ;

b) le dosage en ciment ;

c) le type de ciment et sa classe de résistance ;

d) soit le rapport eau/ciment soit la consistance, en termes de classe ou, dans certains cas, de valeur cible ;

NOTE Il convient que la valeur spécifiée (cible) du rapport eau/ciment soit inférieure de 0,02 à toute valeur limite spécifiée exigée.

e) le type, la catégorie et la teneur maximale en chlorures de granulats ; en cas de béton léger ou de béton lourd, la masse volumique maximale ou minimale des granulats selon le cas ;

f) la dimension maximale nominale des granulats, et toute limitation de leurs fuseaux granulaires ;

g) le type et la quantité des adjuvants ou additions, le cas échéant ;

h) en cas d'utilisation d'adjuvants ou d'additions, l'indication de l'origine de ces constituants et celle du ciment qui se substitue aux caractéristiques pour celles qui ne sont pas définissables par d'autres moyens.

### 6.3.3 Données complémentaires

La spécification peut contenir :

— l'indication de l'origine de certains ou de tous les constituants du béton qui se substitue aux caractéristiques pour celles qui ne sont pas définissables autrement ;

— des exigences complémentaires pour les granulats ;

— des exigences concernant la température du béton frais à la livraison, lorsqu'elles diffèrent de 5.2.8 ;

— d'autres exigences techniques.

## 6.4 Spécification des bétons à composition prescrite dans une norme

Les bétons à composition prescrite dans une norme doivent être spécifiés en citant :

— la norme valide sur le lieu d'utilisation du béton donnant les exigences pertinentes ;

— la désignation du béton selon cette norme.

Les bétons à composition prescrite dans une norme ne doivent être utilisés que pour :

— des bétons de masse volumique normale pour des structures armées ou non ;

— des classes de résistances pour le calcul ≤ C 16/20, sauf si une classe C 20/25 est autorisée par les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton ;

— les classes d'exposition *X0* et *XC1*, sauf si les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton en permettent d'autres.

Pour les restrictions sur la composition des bétons à composition prescrite dans une norme, voir 5.2.1.

# 7 Livraison du béton frais

## 7.1 Information de l'utilisateur du béton au producteur [2)]

L'utilisateur doit se mettre d'accord avec le producteur sur :

— la date, l'heure et le débit de livraison ;

et, si besoin, informer le producteur sur :

— les transports spéciaux sur le chantier ;

— les méthodes de mise en place spéciales ;

— la limitation sur le type de véhicule de livraison par exemples type, équipement d'agitation ou non, taille, hauteur ou poids total.

## 7.2 Information du producteur du béton à l'utilisateur [2)]

L'utilisateur peut exiger, lors de la commande, des informations concernant la composition du béton, afin de pouvoir mettre en place correctement le béton frais, de pouvoir y appliquer la méthode de cure appropriée, et de pouvoir évaluer l'évolution de la résistance. Ces informations doivent être fournies, sur demande, par le producteur avant la livraison. Les informations suivantes doivent être fournies pour les bétons à performances spécifiées sur demande :

a) le type et la classe de résistance du ciment et le type de granulats ;

b) le type d'adjuvants, le type et la teneur approximative des additions, le cas échéant ;

c) le rapport eau/ciment visé ;

d) les résultats d'essais antérieurs appropriés effectués sur ce béton, par exemple ceux du contrôle de la production ou des essais initiaux ;

e) l'évolution de la résistance ;

f) les origines des constituants.

Dans le cas du béton prêt à l'emploi, l'information peut aussi être fournie, lorsqu'elle est demandée, par référence au catalogue des compositions de béton du producteur où se trouvent consignés les renseignements relatifs aux classes de résistance, les classes de consistance, le poids des gâchées et autres données utiles.

Pour la détermination de la durée de cure, les données relatives à l'évolution de la résistance du béton peuvent être fournies sous la forme indiquée au Tableau 12, ou sous forme d'une courbe d'évolution de la résistance à 20 °C entre 2 jours et 28 jours.

**Tableau 12 — Évolution de la résistance du béton à 20 °C**

| Évolution de la résistance | Estimation du rapport des résistances $f_{cm,2}/f_{cm,28}$ |
|---|---|
| Rapide | $\geq 0,5$ |
| Moyen | $\geq 0,3$ à $< 0,5$ |
| Lent | $\geq 0,15$ à $< 0,3$ |
| Très lent | $< 0,15$ |

2) *Cette norme n'exige pas que l'information soit fournie sous une forme particulière puisque ceci dépendra de la relation entre le producteur et l'utilisateur ; par exemple dans le cas du béton de chantier ou des éléments préfabriqués en béton, le producteur et l'utilisateur du béton peuvent être la même personne.*

Le rapport des résistances indiquant l'évolution de la résistance correspond au rapport entre la résistance moyenne à la compression à 2 jours ($f_{cm,2}$) et la résistance moyenne à la compression à 28 jours ($f_{cm,28}$), déterminées par les essais initiaux ou sur la base de performances connues d'un béton de composition comparable. Pour ces essais initiaux, les échantillons destinés à la détermination de la résistance doivent être échantillonnés, confectionnés, conservés et essayés conformément à l'EN 12350-1, aux EN 12390-1, EN 12390-2 et prEN 12390-3:1999.

Le producteur doit informer l'utilisateur des risques vis-à-vis de la santé auxquels il s'expose en manipulant le béton frais, comme cela est exigé par les dispositions en vigueur là où le béton frais est utilisé.

## 7.3 Bon de livraison pour le béton prêt à l'emploi

Au déchargement du béton, le producteur doit remettre à l'utilisateur un bon de livraison pour chaque charge de béton sur lequel figurent au moins les informations imprimées, tamponnées ou manuscrites suivantes :

— le nom de l'usine de fabrication du béton prêt à l'emploi ;

— le numéro de série du bon ;

— la date et l'heure de chargement, c'est-à-dire le premier contact entre ciment et eau ;

— le numéro du camion ou une identification du véhicule ;

— le nom de l'acheteur ;

— le nom et la localisation du chantier ;

— les références ou les détails relatifs aux spécifications, par exemple numéro de code, numéro de commande ;

— la quantité de béton, en mètres cubes ;

— la déclaration de conformité avec référence aux spécifications et à l'EN 206-1 ;

— le nom ou logotype de l'organisme de certification, s'il y a lieu ;

— l'heure d'arrivée du béton sur le chantier ;

— l'heure de début de déchargement ;

— l'heure de la fin de déchargement.

De plus, le bon de livraison doit fournir les précisions suivantes :

a) Pour un béton à propriétés spécifiées :

- la classe de résistance ;
- les classes d'exposition ;
- la classe de teneur en chlorures ;
- la classe de consistance ou valeur cible ;
- les valeurs limites de composition du béton, lorsque spécifiées ;
- le type et la classe de résistance du ciment, lorsque spécifiés ;
- le type d'adjuvants et d'additions, lorsque spécifié ;
- les propriétés particulières, si elles sont prescrites ;
- la dimension maximale nominale des granulats ;
- pour le béton léger ou le béton lourd, la classe de masse volumique ou la masse volumique cible ;

b) pour les bétons à composition prescrite :

- les renseignements relatifs à la composition, par exemple la teneur en ciment, et, s'il est prescrit, le type d'adjuvant ;
- en fonction des spécifications, soit le rapport eau/ciment, soit la consistance en termes de classe ou de valeur cible ;
- la dimension nominale maximale des granulats.

Dans le cas d'un béton à composition prescrite dans une norme, l'information à donner doit être conforme aux dispositions de la norme correspondante.

### 7.4 Information à la livraison pour le béton de chantier

Il est également pertinent d'utiliser les informations appropriées, telle qu'exigées en 7.3, pour le bon de livraison dans le cas du béton fabriqué sur le site du chantier, pour les chantiers étendus, ou lorsque plusieurs types de béton sont utilisés, ou encore lorsque la partie produisant le béton n'est pas celle responsable de sa mise en place.

### 7.5 Consistance à la livraison

En général, toute addition d'eau et d'adjuvants à la livraison est interdite. Dans des cas spéciaux, de l'eau ou des adjuvants peuvent être ajoutés lorsque ceci est effectué sous la responsabilité du producteur en vue d'amener la consistance à la valeur spécifiée, sous réserve que les valeurs limites permises par la spécification ne soient pas dépassées et que cette addition d'adjuvant soit prévue dans la formulation du béton. Toute quantité d'eau complémentaire ou d'adjuvants ajoutée dans le camion malaxeur doit être enregistrée sur le bon de livraison dans tous les cas. Pour le malaxage complémentaire, voir 9.8.

NOTE Si la quantité d'eau ou d'adjuvant ajoutée sur le chantier dans le camion malaxeur conduit à dépasser la quantité autorisée par la spécification, il convient que la charge de béton soit enregistrée comme «non conforme» sur le bon de livraison. La partie qui requiert cet ajout est responsable des conséquences et il convient qu'elle soit enregistrée sur le bon de livraison.

## 8 Contrôle de conformité et critères de conformité

### 8.1 Généralités

Le contrôle de conformité comprend une combinaison d'actions et de décisions à prendre selon les règles de conformité adoptées à l'avance pour vérifier la conformité du béton avec la spécification. Le contrôle de conformité fait intégralement partie du contrôle de production (voir article 9).

NOTE Les propriétés du béton utilisées dans le cadre du contrôle de conformité sont celles mesurées par les essais appropriés suivant des modes opératoires normalisés. Les valeurs réelles des propriétés du béton dans la structure peuvent différer de celles déterminées par les essais suivant les dimensions de la structure, la mise en place, le serrage, la cure et les conditions climatiques, par exemple.

Le plan d'échantillonnage et d'essais et les critères de conformité doivent être conformes aux procédures données en 8.2 ou 8.3. Ces dispositions s'appliquent aussi au béton pour éléments préfabriqués sauf si la norme spécifique du produit contient un ensemble de dispositions équivalentes. Si des fréquences d'échantillonnage supérieures sont demandées par le prescripteur, ceci doit faire l'objet d'un accord préalable. Pour les propriétés non couvertes dans ces articles, le plan d'échantillonnage et d'essais, la méthode d'essai et les critères de conformité doivent faire l'objet d'un accord entre le producteur et le prescripteur.

Le lieu d'échantillonnage pour les essais de conformité doit être choisi de façon à ce que les propriétés concernées et la composition du béton ne subissent pas de modification significative entre le lieu d'échantillonnage et le lieu de mise à disposition. Dans le cas du béton léger fabriqué avec des granulats non saturés, les échantillons doivent être prélevés sur le lieu de livraison.

Lorsque les essais du contrôle de production sont les mêmes que les essais requis pour le contrôle de conformité, il est permis de les prendre en compte pour l'évaluation de la conformité. Le producteur peut aussi utiliser d'autres résultats sur le béton au moment de la livraison pour l'évaluation de la conformité.

La conformité ou la non-conformité est jugée par rapport aux critères de conformité. La non-conformité peut conduire à des actions complémentaires sur le lieu de production et sur le chantier (voir 8.4).

## 8.2 Contrôle de conformité des bétons à propriétés spécifiées

### 8.2.1 Contrôle de conformité de la résistance à la compression

#### 8.2.1.1 *Généralités*

Pour les bétons de masse volumique normale ou les bétons lourds appartenant aux classes de résistance comprises entre C 8/10 et C 55/67 ou pour des bétons légers de LC 8/9 à LC 55/60, l'échantillonnage et les essais de conformité doivent être effectués soit sur chaque composition de béton prise individuellement, soit sur des familles de bétons dont la représentativité est établie (voir 3.1.14) selon ce qui a été déterminé par le producteur, sauf accord différent. Le concept de familles de béton ne s'applique pas aux bétons de résistance plus élevée. Le béton léger ne doit pas être mélangé avec des familles contenant des bétons de masse volumique normale ; les bétons légers réalisés à partir de granulats de similarité prouvée, peuvent être regroupés en leur famille propre.

NOTE Pour les recommandations pour la sélection des familles de béton il faut se reporter à l'annexe K. Des informations plus détaillées sur le concept de familles de béton sont données dans le rapport CEN 13901.

Pour les familles de béton, le producteur doit effectuer le contrôle sur l'ensemble des membres de la famille, et l'échantillonnage sur l'ensemble de la gamme des bétons produits dans le cadre de la famille.

Lorsque les essais de conformité s'appliquent à une famille de béton, un béton de référence est choisi au milieu de la gamme de béton de la famille ou le plus communément produit. Des relations sont établies entre chaque composition de béton de la famille et le béton de référence de façon à pouvoir transposer les résultats d'essai de résistance à la compression de chacun des bétons de la famille, au béton de référence. Ces relations doivent être vérifiées, sur la base des résultats d'essai de résistance obtenus pendant la période initiale à chaque période d'évaluation et en cas de changement significatif dans les conditions de production. De plus, lorsqu'on évalue la conformité d'une famille, il faut confirmer que chaque formule de béton appartient à la famille (voir 8.2.1.3).

Une distinction est faite entre la production initiale et la production continue dans le plan d'échantillonnage et d'essais et les critères de conformité applicables à chacune des compositions de béton ou aux familles de bétons.

La production initiale couvre la période de production jusqu'à l'obtention d'au moins 35 résultats d'essais.

La production continue est atteinte lorsqu'au moins 35 résultats d'essais sont obtenus sur une période ne dépassant pas 12 mois.

Si la production d'une formule particulière ou d'une famille de béton a été interrompue pendant plus de 12 mois, le producteur doit utiliser à nouveau les critères et les plans d'échantillonnage et d'essais relatifs à la production initiale.

Pour la production continue, le producteur peut adopter le plan d'échantillonnage et d'essais ainsi que les critères de conformité adoptés pour la production initiale.

Si la résistance est spécifiée à une échéance différente, la conformité est évaluée sur des éprouvettes essayées à l'échéance spécifiée.

Lorsqu'il faut évaluer qu'un volume défini de béton appartient à une population vérifiée conforme aux exigences de caractéristiques de résistances, par exemple s'il y a doute sur la qualité d'une charge ou d'une gâchée, ou lorsque, dans un cas spécial, la spécification l'exige, les dispositions de l'annexe B doivent être appliquées.

#### 8.2.1.2 *Plan d'échantillonnage et d'essais*

Les échantillons de béton doivent être sélectionnés de façon aléatoire et prélevés conformément à l'EN 12350-1. L'échantillonnage doit être effectué sur chaque famille de béton (voir 3.1.14) produite dans des conditions présumées uniformes. La fréquence minimale d'échantillonnage et d'essais du béton doit être, conforme au Tableau 13, en choisissant la fréquence donnant le plus grand nombre d'échantillons pour les productions initiales ou continues selon le cas.

Nonobstant les exigences s'appliquant à l'échantillonnage visées en 8.1, les échantillons doivent être prélevés après toute adjonction au béton, d'eau ou d'adjuvants sous la responsabilité du producteur, mais le prélèvement d'échantillons avant l'ajout de plastifiants ou de superplastifiants pour ajuster la consistance (voir 7.5) est permis sous réserve que des essais initiaux aient prouvé que le plastifiant ou le superplastifiant n'a pas d'effet négatif sur la résistance du béton aux doses utilisées.

Le résultat d'essai doit être celui obtenu à partir d'une éprouvette ou la moyenne des résultats lorsqu'au moins deux éprouvettes provenant d'un même échantillon sont soumises aux essais au même âge.

Lorsque l'étendue des résultats d'essai, obtenus sur au moins deux éprouvettes confectionnées à partir d'un même échantillon, est supérieure à 15 % de la moyenne, ces résultats d'essais ne doivent pas être pris en considération, sauf si un examen plus approfondi permet de trouver une raison valable de ne pas tenir compte d'une des valeurs d'essai.

**Tableau 13 — Fréquence minimale d'échantillonnage pour l'évaluation de la conformité**

| Production | Fréquence minimale d'échantillonnage | | |
|---|---|---|---|
| | 50 premiers m$^3$ de la production | Au delà des 50 premiers m$^3$ de production [a)] | |
| | | Béton avec certification du contrôle de la production | Béton sans certification du contrôle de la production |
| Initiale (jusqu'à ce que 35 résultats d'essai au moins aient été obtenus) | 3 échantillons | 1 échantillon tous les 200 m$^3$ ou 2 échantillons par semaine de production | 1 échantillon tous les 150 m$^3$ ou 1 échantillon par jour de production |
| Continue [b)] (une fois que 35 résultats au moins ont été obtenus) | | 1 échantillon tout les 400 m$^3$ ou 1 échantillon par semaine de production | |

*a) L'échantillonnage doit être réparti sur l'ensemble de la production et ne doit normalement pas comporter plus d'un échantillon pour 25 m$^3$.*

*b) Lorsque l'écart-type calculé pour les 15 derniers résultats d'essai est supérieur à 1,37 σ, la fréquence d'échantillonnage doit être portée à la fréquence requise pour la production initiale pour les 35 résultats d'essai suivants.*

### 8.2.1.3 *Critères de conformité pour la résistance à la compression*

L'évaluation de la conformité doit se faire à partir des résultats d'essais obtenus au cours d'une période d'évaluation qui ne doit pas dépasser les douze derniers mois.

La conformité de la résistance à la compression du béton est évaluée sur des éprouvettes essayées à 28 jours [3)] en accord avec 5.5.1.2 pour :

— des groupes de «*n*» résultats d'essais consécutifs avec ou sans chevauchement $f_{cm}$ (critère 1) ;

— chaque résultat individuel d'essai $f_{ci}$ (critère 2).

NOTE Les critères de conformité sont développés sur la base de résultats ne se chevauchant pas. L'application des critères à des résultats d'essai se chevauchant augmente le risque de rejet.

La conformité est confirmée si les deux critères donnés au Tableau 14 pour la production initiale ou continue sont satisfaits.

Lorsque la conformité est évaluée pour une famille de béton, le critère 1 doit être appliqué au béton de référence, en prenant en compte tous les résultats d'essai transposés de la famille ; le critère 2 doit être appliqué aux résultats d'essais d'origine.

Pour confirmer que chaque formulation appartient à la famille, la moyenne de tous les résultats d'essais bruts, $f_{cm}$, pour une formulation unique sera évaluée avec le critère 3 donné au Tableau 15. Tout béton ne satisfaisant pas à ce critère doit être écarté de la famille et sa conformité est évaluée individuellement.

*3) Si la résistance est spécifiée pour un âge différent, la conformité est évaluée sur des éprouvettes essayées à l'âge spécifié.*

**Tableau 14 — Critères de conformité pour les résultats d'essai de résistance à la compression**

| Production | Nombre «*n*» de résultats d'essai de résistance dans le groupe | Critère 1 | Critère 2 |
|---|---|---|---|
| | | Moyenne de n résultats ($f_{cm}$) N/mm$^2$ | Chaque résultat individuel d'essai ($f_{ci}$) N/mm$^2$ |
| Initiale | 3 | $\geq f_{ck} + 4$ | $\geq f_{ck} - 4$ |
| Continue | 15 | $\geq f_{ck} + 1{,}48\ \sigma$ | $\geq f_{ck} - 4$ |

**Tableau 15 — Critère de confirmation pour les formules individuelles**

| Nombre «*n*» de résultats d'essais de résistance pour un béton particulier | Critère 3 |
|---|---|
| | Moyenne de tous les résultats d'essais bruts ($f_{cm}$) pour un béton particulier N/mm$^2$ |
| 2 | $\geq f_{ck} - 1{,}0$ |
| 3 | $\geq f_{ck} + 1{,}0$ |
| 4 | $\geq f_{ck} + 2{,}0$ |
| 5 | $\geq f_{ck} + 2{,}5$ |
| 6 | $\geq f_{ck} + 3{,}0$ |

Initialement l'écart-type doit être estimé à partir de 35 résultats d'essais consécutifs obtenus sur une période supérieure à trois mois et précédant la période de production pendant laquelle la conformité doit être vérifiée. Cette valeur doit être prise comme estimation de l'écart type σ de la population. La validité de la valeur retenue doit être vérifiée durant la période. Deux méthodes pour affiner l'estimation de la valeur de σ sont permises, le choix de la méthode doit être fait au préalable.

— **Méthode 1**

La valeur initiale de l'écart-type peut être appliquée pendant la période consécutive où la conformité doit être vérifiée, pourvu que l'écart-type des 15 derniers résultats ($s_{15}$) ne dévie pas significativement de la valeur adoptée pour l'écart type. Ceci est considéré comme valide dans la mesure où :

$$0{,}63\ \sigma \leq s_{15} \leq 1{,}37\ \sigma$$

Lorsque la valeur de $s_{15}$ se situe en dehors de ces limites, une nouvelle valeur de σ doit être déterminée à partir des 35 derniers résultats d'essai obtenus. ;

— **Méthode 2**

La nouvelle valeur de σ peut être estimée à partir d'un système continu et cette valeur est adoptée. La sensibilité du système doit être au moins égale à celle de la méthode 1.

La nouvelle estimation de σ devra être appliquée pour la nouvelle période d'évaluation.

#### 8.2.2 Contrôle de conformité de la résistance à la traction par fendage

##### 8.2.2.1 *Généralités*

Le paragraphe 8.2.1.1 s'applique, mais le concept de famille de béton n'est pas applicable. Chaque composition de béton doit être évaluée séparément.

##### 8.2.2.2 *Plan d'échantillonnage et d'essai*

Le point 8.2.1.2 s'applique.

##### 8.2.2.3 *Critères de conformité pour la résistance à la traction par fendage*

Lorsque la résistance à la traction par fendage du béton est spécifiée, l'évaluation de la conformité doit se faire à partir de résultats d'essais pris pendant une période d'évaluation qui ne doit pas dépasser les douze derniers mois.

L'évaluation de la conformité de la résistance à la traction par fendage du béton se fait sur des éprouvettes essayées à 28 jours, sauf si un âge différent est spécifié en accord avec 5.5.1.3 pour :

— des groupes de «*n*» résultats d'essais consécutifs avec ou sans chevauchement $f_{tm}$ (critère 1) ;

— chaque résultat individuel d'essai $f_{ti}$ (critère 2).

La conformité à la résistance à la traction par fendage caractéristique ($f_{tk}$) est confirmée si les résultats d'essai satisfont aux deux critères présentés au Tableau 16 pour la production initiale ou continue, selon le cas.

**Tableau 16 — Critères de conformité pour la résistance à la traction par fendage**

| Production | Nombre «*n*» de résultats dans le groupe | Critère 1 | Critère 2 |
|---|---|---|---|
| | | Moyenne de «*n*» résultats ($f_{tm}$) N/mm$^2$ | Chaque résultat individuel d'essai ($f_{ti}$) N/mm$^2$ |
| Initiale | 3 | $\geq f_{tk} + 0,5$ | $\geq f_{tk} - 0,5$ |
| Continue | 15 | $\geq f_{tk} + 1,48\ \sigma$ | $\geq f_{tk} - 0,5$ |

Les dispositions relatives à l'écart-type visées en 8.2.1.3 doivent être appliquées similairement.

#### 8.2.3 Contrôle de conformité pour les propriétés autres que la résistance

##### 8.2.3.1 *Plan d'échantillonnage et d'essai*

Les échantillons de béton doivent être sélectionnés de façon aléatoire et prélevés conformément à l'EN 12350-1. L'échantillonnage doit être effectué sur chaque famille de béton produite dans des conditions réputées uniformes. Le nombre minimum d'échantillons et les méthodes d'essai doivent être ceux des Tableaux 17 et 18.

##### 8.2.3.2 *Critères de conformité pour les propriétés autres que la résistance*

Lorsque des propriétés du béton autres que la résistance sont spécifiées, les évaluations de la conformité doivent être effectuées durant la production, pendant la période d'évaluation qui ne doit pas dépasser les douze derniers mois.

La conformité du béton est évaluée sur la base de la conformité de résultats d'essais consécutifs, aux valeurs limites spécifiées, aux limites de classes ou aux valeurs cibles, tout en tenant compte des tolérances et de l'écart maximal admissible par rapport à ces valeurs spécifiées.

La conformité aux propriétés exigées est confirmée si :

— le nombre de résultats d'essai s'écartant de la valeur limite spécifiée ou se situant hors des limites des classes ou ne respectant pas les tolérances applicables aux valeurs cibles, selon les cas, n'est pas supérieur au nombre acceptable de résultats spécifié dans le Tableau 19a ou 19b tel qu'il figure dans les Tableaux 17 et 18. Alternativement, cette exigence peut être fondée sur un contrôle par variables, conformément à l'ISO 3951:1989 Tableau II-A (NQA = 4 %) lorsque les nombres acceptables de résultats sont ceux du Tableau 19a ;

— tous les résultats individuels d'essais se situent dans l'écart maximal admissible donné aux Tableaux 17 ou 18.

**Tableau 17 — Critères de conformité pour les propriétés autres que la résistance**

| **Propriété** | **Méthode d'essai ou méthode de détermination** | **Nombre minimal d'échantillons ou de déterminations** | **Critère d'acceptation** | **Écart maximum admissible des résultats d'essai individuels par rapport aux limites de la classe spécifiée ou aux valeurs limites ou aux tolérances applicables à la valeur cible** | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Limite inférieure | Limite supérieure |
| Masse volumique du béton lourd | EN 12390-7 | Comme au Tableau 13 pour la résistance à la compression | Voir Tableau 19a | – 30 kg/m$^3$ | pas de limite [a)] |
| Masse volumique du béton léger | EN 12390-7 | Comme au Tableau 13 pour la résistance à la compression | Voir Tableau 19a | – 30 kg/m$^3$ | + 30 kg/m$^3$ |
| Rapport eau/ciment | voir 5.4.2 | 1 détermination par jour | Voir Tableau 19a | Pas de limite [a)] | + 0,02 |
| Teneur en ciment | voir 5.4.2 | 1 détermination par jour | Voir Tableau 19a | – 10 kg/m$^3$ | pas de limite [a)] |
| Teneur en air d'un béton frais contenant de l'air entraîné | EN 12350-7 pour les bétons de masse volumique normale et les bétons lourds ; ASTM C 173 pour les bétons légers | 1 échantillon par jour de production-après stabilisation | Voir Tableau 19a | – 0,5 % en valeur absolue | + 1,0 % en valeur absolue |
| Teneur en chlorure du béton | voir 5.2.7 | La détermination doit se faire pour chaque composition de béton et doit être réitérée en cas d'augmentation de la teneur en chlorure de l'un des constituants. | 0 | Pas de limite [a)] | Aucune valeur supérieure n'est autorisée |

*a) Sauf si des limites sont spécifiées.*

**Tableau 18 — Critères de conformité applicables à la consistance**

| Méthode d'essai | | Nombre minimal d'échantillons ou de déterminations | Critère d'acceptation | Écart maximum admissible des résultats d'essai individuels par rapport aux limites de la classe spécifiée ou aux valeurs limites ou aux tolérances applicables à la valeur cible | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Limite inférieure | Limite supérieure |
| Examen visuel | Comparaison de l'aspect avec l'aspect d'un béton à la consistance spécifiée | Chaque gâchée ; dans le cas de béton prêt à l'emploi, chaque charge | — | — | — |
| Affaissement | EN 12350-2 | i) fréquence comme au Tableau 13 pour la résistance à la compression ; ii) lors du contrôle de la teneur en air ; iii) en cas de doute suite aux inspections visuelles | Voir Tableau 19b | – 10 mm | + 20 mm |
| | | | | – 20 mm b) | + 30 mm b) |
| Vébé | EN 12350-3 | | Voir Tableau 19b | – 4 s | + 2 s |
| | | | | – 6 s b) | + 4 s b) |
| Degré de compactabilité | EN 12350-4 | | Voir Tableau 19b | – 0,05 | + 0,03 |
| | | | | – 0,07 b) | + 0,05 b) |
| Étalement | EN 12350-5 | | Voir Tableau 19b | – 15 mm | + 30 mm |
| | | | | – 25 mm b) | + 40 mm b) |

*a) En l'absence de limite supérieure ou inférieure dans les classes de consistance concernées, ces écarts ne sont pas applicables.*

*b) Ne s'applique que pour l'essai de consistance effectué sur le déchargement initial du camion malaxeur (voir 5.4.1).*

## 8.3 Contrôle de conformité du béton à composition prescrite y compris les bétons à composition prescrite dans une norme

Chaque gâchée de béton de composition prescrite doit faire l'objet d'une évaluation de la conformité par rapport au dosage en ciment, à la dimension maximale nominale des granulats et à leurs proportions, si spécifiées, et, le cas échéant, au rapport eau/ciment, ainsi qu'à la quantité d'adjuvant ou d'additions. Les quantités de ciment, de granulats (chacune des dimensions spécifiées), d'adjuvants et d'additions, telles que consignées sur le registre de production ou telles qu'imprimées par l'enregistreur des pesées, doivent correspondre, aux tolérances données au Tableau 21, et le rapport eau/ciment doit correspondre à ± 0,04 près à la valeur spécifiée. Dans le cas des bétons à composition prescrite dans une norme, les tolérances équivalentes peuvent être données dans la norme correspondante.

Lorsque la conformité de la composition du béton doit être évaluée par analyse du béton frais, les méthodes d'essai et les limites de conformité doivent faire l'objet d'un accord préalable entre l'utilisateur et le producteur, en tenant compte des limites mentionnées ci-dessus et de la précision de la méthode d'essai.

Lorsque la conformité de la consistance est à évaluer, les alinéas concernés de 8.2.3 et du Tableau 18, s'appliquent.

La conformité pour :

— le type de ciment et sa classe de résistance ;

— le type des granulats ;

— le type d'adjuvant ou d'addition, le cas échéant ;

— l'origine des constituants du béton, lorsque spécifié ;

doit être évaluée par comparaison entre les informations du registre de production et les documents accompagnant la livraison des constituants avec les données spécifiées.

**Tableaux 19a et 19b — Table du nombre acceptable de résultats en dehors des limites spécifiées pour les critères de conformité applicables aux propriétés autres que la résistance**

| **Tableau 19a** NQA = 4 % | |
|---|---|
| Nombre de résultats d'essai | Nombre acceptable de résultats |
| 1 à 12 | 0 |
| 13 à 19 | 1 |
| 20 à 31 | 2 |
| 32 à 39 | 3 |
| 40 à 49 | 4 |
| 50 à 64 | 5 |
| 65 à 79 | 6 |
| 80 à 94 | 7 |
| 95 à 100 | 8 |
| Pour un nombre de résultats d'essais > 100, les nombres acceptables de résultats peuvent être repris du Tableau 2-A de l'ISO 2859-1:1989. | |

| **Tableau 19b** NQA = 15 % | |
|---|---|
| Nombre de résultats d'essai | Nombre acceptable de résultats |
| 1 à 2 | 0 |
| 3 à 4 | 1 |
| 5 à 7 | 2 |
| 8 à 12 | 3 |
| 13 à 19 | 5 |
| 20 à 31 | 7 |
| 32 à 49 | 10 |
| 50 à 79 | 14 |
| 80 à 100 | 21 |

## 8.4 Actions à entreprendre en cas de non conformité du produit

Les mesures suivantes doivent être prises par le producteur en cas de non conformité :

— vérifier les résultats d'essai non conformes et s'ils sont validés, prendre des mesures pour éliminer les erreurs ;

— si la non conformité est confirmée, par exemple par des contre-essais, entreprendre des actions correctrices, comme le passage en revue de direction des procédures de contrôle de production concernées ;

— lorsque la non conformité à la spécification qui n'était pas évidente au moment de la livraison est confirmée, avertir le prescripteur et l'utilisateur pour éviter tout dommage conséquent ;

— consigner les actions concernant les points précédents.

Si la non conformité du béton résulte d'un ajout d'eau ou d'adjuvant sur le chantier (voir 7.5), le producteur n'est tenu de prendre des mesures que s'il a lui même requis cet ajout.

NOTE Si le producteur a averti d'une non-conformité du béton ou si les résultats des essais de conformité ne sont pas conformes aux exigences, des essais complémentaires selon l'EN 12504-1, sur des carottes prélevées dans la structure ou dans des composants peuvent être exigés ou une combinaison d'essais sur carottes et d'essais non-destructifs sur la structure ou des composants, par exemple en accord avec l'EN 12504-2 ou le prEN 12504-3:1999. Des recommandations pour l'évaluation de la résistance dans la structure ou les composants structurels sont données dans le prEN 13791:1999.

# 9 Contrôle de production

## 9.1 Généralités

Tous les bétons doivent être soumis au contrôle de production sous la responsabilité du producteur.

Le contrôle de production comprend toutes les mesures nécessaires pour maintenir le béton conforme aux exigences spécifiées. Il inclut :

— la sélection des matériaux ;

— la formulation du béton ;

— la production du béton ;

— les inspections et les essais ;

— l'utilisation des résultats des essais sur les constituants, sur le béton frais et durci, et sur l'équipement ;

— le cas échéant, il porte également sur l'inspection du matériel de transport du béton frais ;

— le contrôle de conformité pour lequel les dispositions sont données à l'article 8.

Les exigences pour les autres aspects du contrôle de production sont données dans le présent article. Ces exigences doivent être considérées en tenant compte, du mode et du volume de la production, de l'ouvrage, des équipements particuliers, des procédures et règles en vigueur sur le lieu de production et d'utilisation du béton. Des exigences supplémentaires peuvent être nécessaires selon la situation particulière sur le lieu de production ou pour des exigences spécifiques pour des structures ou éléments de structure particuliers.

NOTE L'article 9 tient compte des principes de la norme EN ISO 9001.

## 9.2 Systèmes de contrôle de production

La responsabilité, l'autorité et l'interrelation de tous les membres du personnel en charge de la gestion, de l'exécution et de la vérification des travaux influençant la qualité du béton doivent être définis et consignés dans un système de contrôle de production (manuel de contrôle de production). Il en va notamment ainsi pour tous les membres du personnel ayant besoin d'une certaine liberté d'organisation et d'un certain pouvoir de décision pour minimiser le risque de béton non conforme et pour identifier et consigner tout problème de qualité.

Le système de contrôle de production doit être passé en revue au moins tous les deux ans par la direction du producteur pour s'assurer de son aptitude à l'emploi et de son efficacité. En l'absence de réglementation imposant une période plus longue, il convient de conserver les documents se rapportant à ces révisions pendant trois ans au moins.

Le système de contrôle de production doit contenir des procédures et des instructions dûment documentées. Celles-ci doivent, le cas échéant, être établies par rapport aux prescriptions de contrôle figurant dans les Tableaux 22, 23, et 24. Les fréquences d'essai et d'inspection prévues par le producteur doivent être consignées. Les résultats des essais et inspections doivent être enregistrés.

## 9.3 Données enregistrées et autres documents

Toutes les données se rapportant au contrôle de production doivent être enregistrées, voir Tableau 20. En l'absence de réglementation imposant une période plus longue, les données se rapportant au contrôle doivent être conservées pendant trois ans au moins.

**Tableau 20 — Données à enregistrer et autres documents, le cas échéant**

| Points concernés | Données à enregistrer et autres documents |
|---|---|
| Exigences spécifiées | Cahier des charges du contrat ou résumé des exigences |
| Ciments, granulats, adjuvants, additions | Nom des fournisseurs et origines |
| Essais sur eau de gâchage<br>(non exigés pour l'eau potable) | Date et lieu d'échantillonnage<br>Résultats d'essai |
| Essais sur les constituants | Date et résultats d'essai |
| Composition du béton | Description du béton<br>Enregistrement des masses des constituants pour une gâchée ou une charge (par exemple teneur en ciment)<br>Rapport eau/ciment<br>Teneur en chlorures<br>Code de membre de famille |
| Essai sur béton frais | Date et lieu d'échantillonnage<br>Destination dans l'ouvrage, si connue<br>Consistance (méthode utilisée et résultats)<br>Masse volumique, lorsque spécifiée<br>Température du béton, lorsque spécifiée<br>Teneur en air lorsque spécifiée<br>Volume de béton de la gâchée ou de la charge testée<br>Nombre et codes des éprouvettes pour essai<br>Rapport eau/ciment, lorsque spécifié |
| Essai sur béton durci | Date des essais<br>Code et âge des éprouvettes<br>Résultats des essais de masse volumique et de résistance<br>Remarques particulières (par exemple profil de rupture inhabituel) |
| Évaluation de la conformité | Conformité / non conformité aux spécifications |
| En complément, pour le béton prêt à l'emploi | Nom de l'acheteur<br>Identification du chantier, par exemple, lieu de construction<br>Numéro et date des bons de livraison correspondants aux essais<br>Bons de livraison |
| En complément, pour les éléments préfabriqués | Des données supplémentaires ou différentes peuvent être requises par la norme du produit concerné |

## 9.4 Essais

Les essais doivent être effectués conformément aux méthodes d'essai données dans la présente norme (méthode d'essai de référence). D'autres méthodes d'essai peuvent également être utilisées dans la mesure où la corrélation ou une relation fiable entre les résultats de ces méthodes d'essai et ceux de la méthode de référence a pu être établie. La validité de cette relation fiable ou de cette corrélation doit être vérifiée à intervalles appropriés.

Cette vérification doit avoir lieu pour chaque site de production fonctionnant dans des conditions qui lui sont propres, sauf si la corrélation a été établie dans des normes nationales ou des dispositions en vigueur là où le béton est utilisé.

## 9.5 Composition du béton et essai initial

Lorsqu'un béton de composition nouvelle est utilisé, des essais initiaux doivent être effectués permettant de vérifier la conformité du béton aux propriétés spécifiées et à la performance prévue avec une marge de sécurité suffisante (voir annexe A). Si l'on dispose d'une longue expérience avec un béton ou une famille de bétons similaire, il n'est pas exigé de procéder aux essais initiaux. En cas d'un changement significatif des constituants, la formulation et les règles de formulation doivent être redéfinies. Dans le cas de béton à composition prescrite ou de composition prescrite dans une norme, il n'est pas nécessaire que le producteur procède à des essais initiaux.

Les bétons de composition nouvelle obtenue par interpolation de compositions de béton connues ou extrapolation de la résistance en compression ne dépassant pas 5 N/mm$^2$ sont réputés satisfaire les exigences des essais initiaux.

Les compositions de béton doivent être régulièrement passées en revue afin de vérifier que toutes les formules de béton restent bien conformes aux prescriptions en vigueur, en tenant compte des changements dans les propriétés des matériaux constituants et les résultats des essais de conformité pratiqués sur les compositions des bétons.

## 9.6 Personnel, équipement et installation

### 9.6.1 Personnel

Les connaissances, la formation et l'expérience du personnel impliqué dans la production et le contrôle de production doivent être adaptées au type de béton, par exemple béton haute résistance, béton léger.

Des documents appropriés relatifs à la formation et à l'expérience du personnel impliqué dans la production et le contrôle de production doivent être tenus à jour.

NOTE Dans certains pays, il existe des prescriptions particulières relatives aux niveaux de connaissance, à la formation et à l'expérience à avoir pour chaque tâche à effectuer.

### 9.6.2 Équipement et installation

#### 9.6.2.1 *Stockage des matériaux*

Les constituants doivent être stockés et manipulés de façon à ce que leurs propriétés ne changent pas de façon significative, en raison du climat par exemple, ou de leur mélange ou encore d'une contamination, et de façon à ce que leur conformité à leur norme respective soit maintenue.

Les compartiments de stockage doivent être clairement identifiés de façon à éviter des erreurs sur les constituants à utiliser.

Les instructions particulières des fournisseurs de constituants doivent être prises en compte.

Les moyens nécessaires au prélèvement d'échantillons représentatifs sur les tas, silos ou trémies doivent exister.

#### 9.6.2.2 *Équipement de dosage*

Les performances de l'équipement de dosage doivent être telles que dans des conditions de fonctionnement réelles les précisions indiquées en 9.7 puissent être atteintes en permanence.

Après le 1er janvier 2003, la précision de l'équipement de pesage devra être conforme aux prescriptions relatives à la précision donnée dans la directive 90/384/EEC, mesurée selon l'EN 45501:1992, soit au moins de classe IIII pour le ciment, les granulats, l'eau, les adjuvants et les additions. Le nombre (n) d'échelons de vérification de l'équipement de pesage sera :

— pour les adjuvants au moins 1 000 ;

— pour le ciment, les granulats, l'eau, et les additions, au moins 500.

NOTE Pour plus d'informations, voir l'annexe G (informative).

La précision de l'équipement de mesure volumétrique doit être conforme aux prescriptions de précision données dans OIML R 117.

Outre les exigences mentionnées ci-dessus, tout équipement de dosage non conforme aux prescriptions du présent paragraphe pourra être utilisé jusqu'au 1er janvier 2003, à condition qu'il soit conforme aux dispositions en vigueur sur le lieu de production à la date de publication de la présente norme.

#### 9.6.2.3 *Malaxeurs*

Les malaxeurs doivent être capables d'assurer un mélange homogène des constituants et une consistance homogène du béton pour un temps de malaxage et une capacité de malaxage donnés.

Les camions malaxeurs et les cuves agitatrices doivent être équipés de façon à pouvoir livrer le béton sous forme d'un mélange homogène. En outre, les camions malaxeurs doivent être dotés d'un matériel de mesure et de distribution approprié dans les cas où de l'eau ou des adjuvants, sous la responsabilité du producteur, doivent être ajoutés sur le chantier.

#### 9.6.2.4 *Matériel d'essai*

Tous les moyens, équipements et instructions nécessaires à une utilisation correcte doivent être disponibles lorsqu'exigés pour les contrôles et essais effectués sur l'équipement, les matériaux constituants et le béton.

Le matériel d'essai doit être calibré correctement au moment de la mesure et le producteur doit mettre en œuvre un programme d'étalonnage.

## 9.7 Dosage des constituants

Pour tout béton à réaliser, une procédure de dosage documentée doit être disponible sur les lieux du dosage détaillant le type et la quantité des constituants.

La tolérance de dosage des constituants ne doit pas dépasser les limites données dans le Tableau 21 pour toute quantité de béton de 1 m$^3$ ou plus. Lorsque plusieurs gâchées sont mélangées ou re-mélangées dans une bétonnière portée, les tolérances du Tableau 21 s'appliquent à la charge.

**Tableau 21 — Tolérances pour dosage des constituants**

| Constituants | Tolérances |
|---|---|
| Ciment<br>Eau<br>Ensemble des granulats<br>Additions utilisées en quantité > 5 % de la masse de ciment | ± 3 % de la quantité requise |
| Adjuvants et additions utilisées en quantités ≤ 5 % de la masse de ciment. | ± 5 % de la quantité requise |
| NOTE La tolérance est la différence entre la valeur cible et la valeur mesurée. | |

Les ciments, granulats et additions sous la forme de poudres doivent être dosés en masse ; d'autres méthodes sont admises dans la mesure où la tolérance de dosage requise peut être respectée et que ceci est enregistré.

L'eau de gâchage, les granulats légers, les adjuvants et les additions liquides peuvent être dosés en masse ou en volume.

## 9.8 Malaxage du béton

Le malaxage des constituants doit être effectué dans des malaxeurs conforme à 9.6.2.3 et poursuivi jusqu'à obtention d'un mélange de béton d'aspect homogène.

Les malaxeurs ne doivent pas être chargés au-delà de leur capacité nominale de malaxage.

Lorsque l'on ajoute des adjuvants ils doivent être ajoutés pendant le processus de malaxage principal, sauf pour les adjuvants hautement réducteurs d'eau ou des adjuvants réducteurs d'eau qui peuvent être ajoutés après le malaxage principal. Dans ce cas, le béton doit être malaxé à nouveau jusqu'à dispersion complète de l'adjuvant dans la gâchée, et jusqu'à ce qu'il ait pleinement agi.

NOTE Dans un camion malaxeur, il convient que la durée du re-malaxage après ajout de l'adjuvant ne soit pas être inférieure à 1 min/m$^3$ ni inférieure à 5 min.

Pour le béton léger préparé avec des granulats non complètement saturés en eau, la période entre le malaxage initial et la fin du malaxage final (par exemple re-malaxage dans un camion malaxeur) doit être prolongée jusqu'à ce que l'absorption d'eau par les granulats et l'évacuation quasi complète de l'air inclus dans les granulats légers n'aient plus d'action néfaste significative sur les propriétés du béton durci.

La composition du béton frais ne doit pas être modifiée après sa sortie du malaxeur.

## 9.9 Procédures de contrôle de production

La conformité des constituants, du matériel, des procédures de production et du béton doit être contrôlée par rapport aux spécifications et aux exigences de la présente norme. Le contrôle doit permettre la détection des changements significatifs susceptibles d'influencer les caractéristiques en vue d'entreprendre une action correctrice appropriée.

Les types et la fréquence des contrôles et des essais portant sur les constituants sont ceux donnés dans le Tableau 22.

NOTE Pour établir ce tableau, on a pris pour hypothèse de départ que le producteur des constituants effectue correctement un contrôle de production adapté pour les constituants sur les lieux où ils sont produits, et que les constituants sont livrés avec une déclaration ou un certificat de conformité aux spécifications correspondantes. Si tel n'est pas le cas, il convient que le producteur du béton vérifie la conformité des matériaux avec les normes correspondantes.

Le contrôle de l'équipement doit assurer le bon état et le bon fonctionnement des dispositifs de stockage, du matériel de dosage en masse et en volume, des appareils de malaxage et de commande (permettant par exemple la mesure de la teneur en eau des granulats). Il doit également permettre de garantir leur conformité aux exigences de la présente norme. La fréquence des contrôles et des essais du matériel (pendant les périodes d'utilisation) est donnée au Tableau 23.

La centrale, le matériel et les moyens de transport doivent être soumis à un système de maintenance planifiée et doivent être maintenus en état de fonctionner efficacement, de façon à ne pas affecter les caractéristiques et la quantité de béton.

Les caractéristiques du béton à propriétés spécifiées doivent être vérifiées par rapport aux exigences spécifiées au Tableau 24.

La composition du béton de composition prescrite, ainsi que sa consistance et sa température lorsque spécifiées doivent être contrôlées par rapport aux exigences spécifiées au Tableau 24 (lignes 2 à 4, 6, 7 et 9 à 14).

Le contrôle doit également porter sur la production, le transport au lieu de déchargement et la livraison.

Pour certains bétons, des exigences supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires pour le contrôle de production. Pour la production du béton haute résistance, des connaissances et expériences spéciales sont exigées. Celles-ci ne sont pas définies dans cette norme. L'annexe H donne quelques recommandations. Si le contrat définit des exigences particulières pour le béton, le contrôle de production doit inclure les actions appropriées à conduire en plus de celles mentionnées aux Tableaux 22 à 24.

Les actions prévues aux Tableaux 22 à 24 peuvent, dans certains cas particuliers, être adaptées aux conditions spécifiques au lieu de production, et être remplacées par d'autres assurant un niveau équivalent de maîtrise de la production.

**Tableau 22 — Contrôle des matériaux constituants**

| | Matériau constituant | Contrôle/Essai | Objectif | Fréquence minimale |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ciments [a)] | Vérification du bon de livraison [d)] avant déchargement | S'assurer de la conformité à la commande et de l'origine | À chaque livraison |
| 2 | Granulats | Vérification du bon de livraison [b) d)], avant déchargement | S'assurer de la conformité à la commande et de l'origine | À chaque livraison |
| 3 | | Vérification du granulat avant déchargement | Comparer la granulométrie, la forme et les impuretés avec l'aspect habituel | À chaque livraison.<br>Lorsque la livraison est sur bande transporteuse, périodiquement en fonction des conditions locales ou de livraison. |
| 4 | | Essai par tamisage conformément à l'EN 933-1 | Évaluer la conformité avec une granulométrie normalisée ou à toute autre granulométrie convenue | À la première livraison provenant d'une nouvelle origine, lorsque cette information du fournisseur n'est pas disponible.<br>En cas de doute après examen visuel.<br>Périodiquement en fonction des conditions locales ou de livraison. [e)] |
| 5 | | Essai de recherche d'impuretés | Évaluer la présence et la quantité d'impuretés | À la première livraison provenant d'une nouvelle origine lorsque cette information du fournisseur n'est pas disponible<br>En cas de doute après examen visuel.<br>Périodiquement en fonction des conditions locales ou de livraison. [e)] |
| 6 | | Essai d'absorption d'eau selon l'EN 1097-6 | Évaluer la teneur en eau efficace du béton, voir 5.4.2. | À la première livraison provenant d'une nouvelle origine lorsque cette information du fournisseur n'est pas disponible.<br>En cas de doute après examen visuel |
| 7 | Contrôle supplémentaire des granulats légers ou lourds | Essai conformément à l'EN 1097-3 | Mesurer la masse volumique en vrac | À la première livraison provenant d'une nouvelle origine lorsque l'information du fournisseur n'est pas disponible.<br>En cas de doute après examen visuel.<br>Périodiquement en fonction des conditions locales ou de livraison. [e)] |

(à suivre)

**Tableau 22 — Contrôle des matériaux constituants** (fin)

| | Matériau constituant | Contrôle/Essai | Objectif | Fréquence minimale |
|---|---|---|---|---|
| 8 | Adjuvants [c] | Vérification du bon de livraison et de l'étiquette apposée au conteneur [d] avant déchargement | S'assurer de la conformité de l'expédition avec la commande et de son identification correcte | À chaque livraison |
| 9 | | Essais d'identification conformément à l'EN 934-2, par exemple masse volumique, infrarouge, etc. | Pour comparaison avec les informations fournies du fabricant | En cas de doute |
| 10 | Additions [c] pulvérulentes | Vérification du bon de livraison [d] avant déchargement | Vérifier la conformité de l'expédition à la commande, ainsi que son origine | À chaque livraison |
| 11 | | Test de perte au feu des cendres volantes | Pour identifier les changements de teneur en carbone qui peuvent altérer le béton avec air entraîné. | À chaque livraison pour le béton avec air entraîné, lorsque cette information n'est pas disponible auprès du fournisseur. |
| 12 | Additions en suspension [c] | Vérification du bon de livraison [d] avant déchargement | Vérifier la conformité de l'expédition à la commande, ainsi que son origine | À chaque livraison |
| 13 | | Essai de détermination de la masse volumique | S'assurer de la régularité | À chaque livraison et périodiquement pendant la production du béton |
| 14 | Eau | Essai conformément au prEN 1008:1997 | S'assurer que l'eau est exempte de constituant nocif | À la première utilisation d'une eau non potable de provenance nouvelle.<br>En cas de doute. |

*a) Pour effectuer des essais en cas de doute, il est recommandé de prélever, par type de ciment, un échantillon par semaine et de le conserver.*

*b) Le bon de livraison ou la fiche technique du produit doit indiquer également des informations sur la teneur maximale en chlorures et il convient que les données relatives à l'alcali-réaction soient identifiées en accord avec les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton.*

*c) Il est recommandé de prélever des échantillons à chaque livraison et de les conserver.*

*d) Le bon de livraison doit contenir ou être accompagné d'une déclaration ou d'un certificat de conformité conformément à ce qui est demandé dans la norme ou les spécifications correspondantes.*

*e) Ceci n'est pas nécessaire quand le contrôle de production des granulats est certifié.*

**Tableau 23 — Contrôle du matériel**

| | Matériel | Contrôle/Essai | Objectif | Fréquence minimale |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Stockage au sol, trémies, etc. | Examen visuel | S'assurer de la conformité aux exigences | Une fois par semaine. |
| 2 | Matériel de pesage | Examen visuel du bon fonctionnement | S'assurer de la propreté et du bon fonctionnement du matériel de pesage | Quotidiennement. |
| 3 | | Vérification de la précision du matériel de pesage | Vérifier la précision, conformément à 9.6.2.2 | Lors de l'installation, Périodiquement [a] en fonction des réglementations nationales. En cas de doute. |
| 4 | Distributeurs d'adjuvants (y compris ceux montés sur les camions malaxeurs) | Examen visuel du bon fonctionnement | Vérifier la propreté et le bon fonctionnement du matériel de mesure | Pour chaque adjuvant, première gâchée de la journée. |
| 5 | | Vérification de la précision | Éviter les erreurs de dosage | Lors de l'installation. Périodiquement [a] après l'installation. En cas de doute. |
| 6 | Compteur d'eau | Comparaison de la quantité réelle avec la valeur affichée au compteur | Vérifier la précision, conformément à 9.6.2.2 | Lors de l'installation. Périodiquement [a] après l'installation. En cas de doute. |
| 7 | Équipement de mesure en continu de la teneur en eau des sables | Comparaison de la quantité réelle avec la valeur affichée à l'humidimètre | Vérifier la précision | Lors de l'installation. Périodiquement [a] après l'installation. En cas de doute. |
| 8 | Système de dosage | Inspection visuelle | Pour vérifier le bon fonctionnement de la centrale | Quotidiennement. |
| 9 | | Comparaison de la masse mesurée des constituants présents dans la gâchée avec la masse prévue, et en cas d'enregistrements automatiques les indications imprimées avec la valeur programmée (par des méthodes appropriées selon le système de dosage utilisé) | Vérifier les tolérances de dosage conformément au Tableau 21 | Lors de l'installation. Périodiquement [a] après l'installation. En cas de doute. |
| 10 | Appareillage d'essai | Étalonnage ou calibrage conformément aux normes nationales ou européennes correspondantes | Vérifier la conformité | Périodiquement [a]. Pour les appareils d'essai de résistance, au moins une fois par an. |
| 11 | Malaxeurs (y compris les camions malaxeurs) | Examen visuel | Vérifier le degré d'usure du matériel | Périodiquement [a]. |

*a) La fréquence est fonction du type de matériel, de sa sensibilité en fonctionnement et des conditions de production de la centrale.*

**Tableau 24 — Contrôle des procédures de production et des propriétés du béton**

| | Type d'essai | Contrôle/Essai | Objectif | Fréquence minimale |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Propriétés du béton à propriétés spécifiées | Essai initial (voir annexe A) | Pour démontrer que les propriétés spécifiées sont obtenues par la formulation proposée avec une marge adéquate. | Avant d'utiliser une nouvelle formulation de béton. |
| 2 | Teneur en eau des sables | Système de mesure en continu, essai de séchage ou équivalent | Déterminer la masse de granulats et la quantité d'eau à apporter. | Quotidiennement pour une vérification discontinue. La fréquence requise pour les essais peut être fonction des conditions locales et atmosphériques. |
| 3 | Teneur en eau des gravillons | Essai de séchage ou équivalent | Déterminer la quantité de granulats et l'eau à ajouter. | En fonction des conditions locales et atmosphériques. |
| 4 | Teneur en eau du béton frais | Noter la quantité d'eau de gâchage ajoutée [a)] | Disposer de données pour le rapport eau/ciment. | Chaque gâchée. |
| 5 | Teneur en chlorure du béton | Détermination initiale par calcul | S'assurer que la teneur maximale en chlorure n'est pas dépassée. | Au moment d'effectuer l'essai initial.<br>En cas d'augmentation de la teneur en chlorure des constituants. |
| 6 | Consistance | Examen visuel | Comparer avec un béton d'aspect normal. | Chaque gâchée. |
| 7 | | Essai de consistance conformément à : l'EN 12350-2, ou l'EN 12350-3, ou l'EN 12350-4, ou l'EN 12350-5 | Évaluer l'obtention des valeurs de consistance spécifiées et détecter d'éventuelles variations de la teneur en eau. | Lorsque la consistance est spécifiée, comme au Tableau 13 pour la résistance en compression.<br>Lors de l'essai de teneur en air.<br>En cas de doute après examen visuel. |
| 8 | Masse volumique du béton frais | Détermination de la masse volumique conformément à l'EN 12350-6 | Pour les bétons légers ou lourds pour superviser la gâchée et le contrôle de masse volumique. | Quotidiennement. |
| 9 | Teneur en ciment du béton frais | Noter la quantité de ciment utilisée [a)] | Vérifier la teneur en ciment et disposer de données pour le rapport eau/ciment. | Chaque gâchée. |
| 10 | Teneur en additions du béton frais | Noter la quantité d'additions ajoutées [a)] | Vérifier la teneur en additions et fournir des données pour le rapport eau/ciment (voir 5.4.2). | Chaque gâchée. |
| 11 | Teneur en adjuvant du béton frais | Vérifier le poids ou le volume d'adjuvant ajouté [a)] | Pour vérifier la teneur en adjuvant. | Chaque gâchée. |
| 12 | Rapport eau/ciment du béton frais | Par calcul ou par une méthode d'essai (voir 5.4.2) | Évaluer l'obtention du rapport eau/ciment spécifié. | Quotidiennement, si spécifié. |

(à suivre)

**Tableau 24 — Contrôle des procédures de production et des propriétés du béton (fin)**

| | Type d'essai | Contrôle/Essai | Objectif | Fréquence minimale |
|---|---|---|---|---|
| 13 | Teneur en air du béton frais, si spécifié | Essai conformément à l'EN 12350-7 pour le béton de masse volumique normale et le béton lourd, ASTM C 173 pour le béton léger | Évaluer l'obtention de la teneur spécifiée en air entraîné. | Pour les bétons contenant de l'air entraîné : les premières gâchées ou charges de chaque production journalière jusqu'à stabilisation de la valeur. |
| 14 | Température du béton frais | Mesurer la température | Évaluer l'obtention de la température minimale de 5 °C ou une valeur spécifiée. | En cas de doute.<br>Lorsque la température est spécifiée :<br>— périodiquement selon les cas ;<br>— chaque gâchée ou charge lorsque la température est proche de la limite |
| 15 | Masse volumique du béton léger ou lourd | Essai selon l'EN 12390-7 [b)] | Pour évaluer l'obtention de la masse volumique spécifiée. | Lorsque la masse volumique est spécifiée, aussi fréquemment que pour les résistances en compression. |
| 16 | Essai de résistance en compression sur éprouvettes moulées | Essai selon le prEN 12390-3:1999 | Pour évaluer l'obtention de la résistance spécifiée. | Lorsque la résistance en compression du béton est spécifiée, aussi fréquemment que pour le contrôle de conformité, voir 8.1 et 8.2.1. |

*a) Lorsque l'équipement d'enregistrement n'est pas utilisé et que les tolérances de pesée pour la gâchée ou la charge sont dépassées, enregistrer la quantité pesée dans le registre de production.*

*b) Peut aussi être testée en conditions saturées, lorsqu'une relation sûre avec la masse volumique après séchage à l'étuve est établie.*

# 10 Évaluation de la conformité

## 10.1 Généralités

Le producteur est responsable de l'évaluation de la conformité aux propriétés spécifiées du béton. Pour cela le producteur doit effectuer les opérations suivantes :

a) essais initiaux, lorsque exigé (voir 9.5 et l'annexe A) ;

b) contrôle de production du producteur (voir l'article 9), y compris le contrôle de conformité (voir l'article 8) ;

La recommandation de recours à des organismes d'inspection et de certification approuvés pour inspecter le contrôle de production et certifier sa conformité dépend du niveau d'exigence de performance pour le béton, de son utilisation prévue, du mode de production et de la marge de sécurité résultant de la composition.

En général, l'inspection et la certification du contrôle de production par des organismes approuvés d'inspection et de certification est recommandée. Ceci n'est pas considéré comme nécessaire pour les bétons à composition prescrite dans une norme avec une très forte marge de sécurité dans la composition (voir A.5), pour un domaine d'emploi restreint et une classe de résistance faible (voir 6.4).

Pour les produits préfabriqués, les exigences et les dispositions relatives à l'évaluation de la conformité sont données dans les spécifications techniques pertinentes (normes de produits et agréments techniques).

### 10.2 Évaluation, surveillance et certification du contrôle de production

Lorsque spécifié, soit dans un contrat soit par des dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton, que le contrôle de production du producteur sera évalué et surveillé par un organisme d'inspection approuvé et ensuite certifié par un organisme de certification approuvé, les dispositions pour l'évaluation, la surveillance et la certification données dans l'annexe C (normative) doivent être appliquées.

## 11 Désignation des bétons à propriétés spécifiées

Lorsque les caractéristiques essentielles d'un béton à propriétés spécifiées doivent être fournies sous forme abrégée, les dispositions ci après doivent être utilisées :

— référence à l'EN 206-1 ;

— classe de résistance à la compression : classe de résistance telle que définie au Tableaux 7 ou 8, par exemple C 25/30 ;

— pour les valeurs limites en fonction de la classe d'exposition : désignation de la classe selon le Tableau 1, suivie de l'abréviation du nom du pays [4)] qui a donné les dispositions pour les valeurs limites, la composition du béton et ses propriétés ou un autre ensemble d'exigences, exemple XD2 (F) lorsque les dispositions françaises sont applicables ;

— teneur maximale en chlorures : la classe définie au Tableau 10, par exemple Cl 0,20 ;

— dimension maximale nominale du granulat : la valeur $D_{max}$ telle que définie en 4.2.2, par exemple $D_{max}$ 22 ;

— masse volumique : les désignations de classe selon le Tableau 9 ou la valeur cible, par exemple D 1,8 ;

— consistance : par classe comme défini en 4.2.1 ou valeur cible.

4) *En accord avec le code international reconnu pour les plaques d'immatriculation des véhicules. À l'abréviation du pays, d'autres informations concernant les dispositions peuvent être ajoutées.*

# Annexe A
(normative)
# Essai initial

## A.1 Généralités

Cette annexe fournit les détails de l'essai initial comme indiqué en 5.2.1, 5.2.5.1, 6.1 et 9.5.

L'essai initial doit démontrer qu'un béton satisfait à toutes les exigences spécifiées pour le béton à l'état frais comme à l'état durci. Lorsque le producteur ou le prescripteur peut démontrer qu'une formulation est appropriée à partir de données recueillies sur la base d'essais précédents ou d'une expérience acquise sur une durée conséquente, ceci peut constituer une alternative aux essais initiaux.

## A.2 Partie responsable des essais initiaux

Les essais initiaux relèvent de la responsabilité du producteur, pour les bétons à propriétés spécifiées, de la responsabilité du prescripteur, pour les bétons de composition prescrite, et de celle de l'organisme de normalisation pour les bétons à composition prescrite dans une norme.

## A.3 Fréquence des essais initiaux

Les essais initiaux doivent être effectués avant d'utiliser un nouveau béton ou une nouvelle famille de bétons.

De nouveaux essais initiaux doivent être effectués s'il y a un changement significatif soit des constituants du béton soit des exigences spécifiées, auxquels correspondaient les essais précédents.

## A.4 Conditions d'essai

En règle générale, les essais initiaux doivent être effectués sur un béton à l'état frais dont la température est comprise entre 15 °C et 22 °C.

NOTE Si le bétonnage sur le site du chantier est effectué dans une grande variété de conditions de température ou si un traitement thermique est appliqué, il convient que le producteur en soit également informé pour qu'il puisse prendre en compte les effets sur les propriétés du béton et le besoin d'essais complémentaires.

Pour chaque essai initial d'une formule de béton, on doit réaliser au moins trois gâchées et à partir de chacune d'entre elles confectionner et soumettre à essais trois éprouvettes. Lorsqu'un essai initial porte sur une famille de bétons, le nombre de formules à échantillonner doit couvrir la gamme des compositions de la famille. Dans ce cas, le nombre de gâchées par formule peut être ramené à un.

La résistance pour une gâchée ou une charge doit être la moyenne des résultats d'essais. Le résultat de l'essai initial sur le béton est la résistance moyenne des gâchées ou charges.

Le laps de temps qui s'écoule entre le malaxage et l'essai de consistance doit être enregistré avec les résultats.

Un nombre d'essais significativement plus élevé est nécessaire pour prescrire la composition d'un béton à composition prescrite dans une norme de façon à prendre en compte tous les constituants autorisés, dont l'utilisation est prévue à l'échelon national. Les résultats des essais initiaux doivent être consignés auprès de l'organisme de normalisation responsable.

## A.5 Critères d'adoption des essais initiaux

Pour évaluer les propriétés du béton, en particulier celles du béton frais, les différences entre le type de malaxeur et les conditions de malaxage utilisé pour l'essai initial et ceux utilisés pour la production doivent être prises en compte.

La résistance à la compression du béton ayant la composition choisie pour le cas réel doit être supérieure aux valeurs $f_{ck}$ du Tableau 7 ou du Tableau 8 de la présente norme, avec une certaine marge. Cette marge doit correspondre au moins à celle nécessaire à la satisfaction des critères de conformité stipulés en 8.2.1. Il convient que la marge soit d'environ du double de l'écart-type attendu, soit au moins de 6 N/mm$^2$ à 12 N/mm$^2$ en fonction des installations de production, des constituants et des informations recueillies relatives à la variation.

Le critère d'adoption des essais initiaux du béton à composition prescrite dans une norme est le suivant :

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 12$$

La consistance du béton doit se situer dans les limites de la classe de consistance au moment où le béton est susceptible d'être mis en place, ou, s'agissant de béton prêt à l'emploi, d'être livré.

Pour les autres propriétés spécifiées, le béton doit satisfaire à la conformité aux valeurs spécifiées avec une marge appropriée.

# Annexe B

(normative)

# Test d'identification pour la résistance à la compression

## B.1 Généralités

Cette annexe indique les détails de la réalisation des essais d'identification tel qu'indiqué en 8.2.1.1.

Un test d'identification indique si un volume particulier de béton défini appartient à la même population que celle vérifiée conforme à la classe de résistance au moyen de l'évaluation de la conformité par le producteur.

## B.2 Plan d'échantillonnage et d'essais

Lorsque l'on procède à des essais d'identification, le volume particulier de béton doit être défini, par exemple :

— une gâchée ou une charge en cas de doute sur leur qualité ;

— le béton fourni pour chaque étage d'un bâtiment ou d'un ensemble de poutres/dalles ou de poteaux/murs d'un étage d'un bâtiment ou des parties comparables d'autres structures ;

— le béton livré sur un chantier pendant une semaine, mais pas plus de 400 m$^3$.

Le nombre d'échantillons à prélever sur un volume particulier de béton doit être défini.

Les échantillons doivent être prélevés sur différentes gâchées ou charges conformément à l'EN 12350-1.

Les éprouvettes doivent être préparées et conservées conformément au EN 12390-2. La résistance à la compression des éprouvettes doit être déterminée conformément au prEN 12390-3:1999. Les résultats d'essais doivent être issus de la moyenne de deux ou plusieurs éprouvettes réalisées à partir d'un même échantillon pour être essayées au même âge. Lorsque deux ou plusieurs éprouvettes sont réalisées à partir d'un même échantillon et que l'étendue des résultats est supérieure à 15 % de la valeur moyenne les résultats seront écartés sauf si une enquête permet de déterminer une raison acceptable d'écarter un résultat individuel.

## B.3 Critères d'identification pour la résistance en compression

### B.3.1 Béton soumis à une certification du contrôle de production

L'identification du béton est évaluée pour chaque résultat individuel de résistance et pour la moyenne de «$n$» résultats discrets ne se chevauchant pas comme identifié au Tableau B.1:

Le béton est présumé issu d'une population conforme si les deux critères du Tableau B.1 sont satisfaits pour «$n$» résultats dérivés des résultats de résistance d'échantillons prélevés sur le volume de béton défini.

**Tableau B.1 — Critères d'identification pour la résistance en compression**

| Nombre «$n$» de résultats de résistance en compression pour le volume de béton défini | Critère 1 | Critère 2 |
|---|---|---|
| | Moyenne de «$n$» résultats ($f_{cm}$) N/mm$^2$ | Tout résultat individuel d'essai ($f_{ci}$) N/mm$^2$ |
| 1 | pas applicable | $\geq f_{ck} - 4$ |
| 2-4 | $\geq f_{ck} + 1$ | $\geq f_{ck} - 4$ |
| 5-6 | $\geq f_{ck} + 2$ | $\geq f_{ck} - 4$ |

NOTE Les critères d'identification du Tableau B.1 donnent une probabilité de 1 % de rejeter un volume de béton conforme.

### B.3.2 Béton non soumis à un contrôle de production certifié

Pour le volume de béton défini, trois échantillons au moins devront être prélevés pour essai.

Le béton est présumé issu d'une population conforme si les critères de conformité en 8.2.1.3 et au Tableau 14 pour une production initiale sont satisfaits.

# Annexe C

(normative)

# Dispositions pour l'évaluation, la surveillance, et la certification du contrôle de production

## C.1 Généralités

Lorsque requis pour le contrôle de production (voir article 9) les dispositions pour l'évaluation, la surveillance et la certification du contrôle de production par un organisme approuvé, sont données dans cette annexe.

## C.2 Tâches de l'organisme d'inspection

### C.2.1 Évaluation initiale du contrôle de production

Une inspection initiale de la centrale à béton et de son contrôle de production doit être effectuée par l'organisme d'inspection approuvé. L'inspection initiale a pour objet de déterminer si les conditions initiales, en termes de personnel et de matériel pour une production correcte et pour le contrôle de production correspondant, semblent être adaptées.

L'organisme d'inspection doit, entre autres, examiner et vérifier :

- le manuel de contrôle de production du producteur et évaluer les dispositions qu'il contient. Il doit en particulier vérifier qu'elles sont conformes aux exigences de contrôle de production visées à l'article 9 et s'il tient compte des exigences de cette norme ;
- la présence aux endroits prévus et aux personnes prévues des documents essentiels nécessaires à l'inspection des installations, et qui sont à disposition du personnel de la centrale ;
- la présence à la centrale de tous les moyens et équipements nécessaires au contrôle et essais du matériel, des constituants et du béton ;
- les connaissances, formations et expériences du personnel de production et de contrôle de production ;
- qu'un essai initial a bien été effectué conformément à l'annexe A de la présente norme et qu'il a fait l'objet d'un rapport correctement établi.

En cas d'essais indirects, ou, si la conformité a été établie sur la base de résultats transposés du concept de famille pour l'évaluation de la résistance, le producteur doit démontrer à l'organisme d'inspection de façon satisfaisante, la corrélation ou la fiabilité de la relation entre essais directs et indirects.

Pour donner confiance dans les résultats du contrôle de production, l'organisme d'inspection doit effectuer des essais ponctuels en parallèle avec ceux du producteur. De tels essais peuvent être remplacés par une surveillance détaillée des données du producteur et du système de contrôle lorsque le laboratoire du producteur est accrédité et sur la surveillance d'un organisme de certification.

Tous les faits significatifs de l'inspection initiale, notamment en ce qui concerne l'équipement sur le lieu de production, le système de contrôle de production exploité par le producteur et l'évaluation de ce système doivent être consignés dans un rapport d'évaluation.

Lorsqu'une unité de production a satisfait à l'inspection initiale effectuée par l'organisme d'inspection, celui-ci doit délivrer un rapport d'évaluation confirmant la conformité du contrôle de production à l'article 9 de la présente norme. Ce rapport sera transmis au producteur et à l'organisme de certification approuvé.

NOTE Sur la base de ce rapport, l'organisme de certification approuvé, décidera la certification du contrôle de production (voir C 3.1).

### C.2.2 Surveillance continue du contrôle de production

#### C.2.2.1 *Inspections périodiques*

Les inspections périodiques effectuées par l'organisme d'inspection ont pour principal objectif de vérifier si les conditions initiales pour la production et le contrôle de production accepté sont maintenues. À cet effet, le rapport d'évaluation du contrôle initial sera utilisé comme une déclaration du contrôle de production accepté.

Le producteur est responsable de la permanence du système de contrôle de production. Si des changements significatifs sont apportés aux installations du site de production, au système de contrôle de production ou au manuel de contrôle de production, le producteur doit en aviser l'organisme de contrôle qui pourra, le cas échéant, exiger une nouvelle inspection.

Au cours des inspections périodiques, il faut procéder au minimum à l'évaluation :

— des procédures de production, d'échantillonnage et d'essai ;

— des données consignées ;

— des résultats des essais du contrôle de la production pendant la période de l'inspection ;

— de vérifier que les procédures ou les essais requis ont été conduits à la fréquence appropriée ;

— que la vérification et l'entretien du matériel de production ont été effectués comme prévu ;

— des mesures appropriées ont été prises, notamment pour l'étalonnage, le calibrage et l'entretien des matériels d'essai ;

— les actions entreprises en cas de non conformité du produit ;

— les bons de livraison et les déclarations de conformité des produits doivent également être vérifiés.

Pour donner confiance dans l'échantillonnage et les essais du contrôle de production du producteur, l'organisme d'inspection doit prélever, durant l'inspection périodique, des échantillons ponctuels sur la production courante en vue d'essais. La prise d'échantillon, dans ce cas, ne doit pas être annoncée à l'avance. L'organisme d'inspection doit déterminer la fréquence appropriée pour chaque unité de production pour laquelle il convient de conduire ces essais sur béton en tenant compte des conditions particulières. De tels essais peuvent, dans des conditions spéciales, être remplacés par une surveillance détaillée des données du producteur et du système de contrôle lorsque le laboratoire du producteur est accrédité et sur la surveillance d'un organisme de certification.

Les bétons à performances spécifiées seront testés pour les propriétés spécifiées, par exemple : résistance, consistance. Pour les bétons de composition prescrite, les essais ne doivent couvrir que la consistance ou la composition.

Les résultats des essais de routine du producteur doivent être comparés à ceux de l'organisme d'inspection.

L'organisme d'inspection doit examiner périodiquement les relations sûres entre les essais directs et indirects ainsi que la relation entre les membres d'une même famille de béton.

Les résultats des inspections périodiques doivent être consignés dans un rapport qui est transmis au producteur et à l'organisme de certification.

Les inspections périodiques doivent être effectuées au moins deux fois par an, sauf si les procédures de vérification ou les règles de certification prévoient des conditions permettant de réduire ou d'augmenter leur fréquence.

#### C.2.2.2 *Inspections exceptionnelles*

Une inspection exceptionnelle est nécessaire :

— si d'importantes divergences ont été détectées au cours du contrôle périodique (ré-inspection) ;

— si la production a été interrompue pendant une période supérieure à 6 mois ;

— si demandée par le producteur, par exemple en raison d'un changement des conditions de production ;

— si requis par l'organisme de certification et dûment justifié.

Le contenu, le type et le calendrier du contrôle exceptionnel, dépendent du cas particulier.

## C.3 Tâches de l'organisme de certification

### C.3.1 Certification du contrôle de production

L'organisme de certification doit certifier le contrôle de production sur la base du rapport de l'organisme d'inspection, qui établit que l'unité de production a passé l'évaluation initiale du contrôle de production à la satisfaction de l'organisme d'inspection.

L'organisme de certification doit décider de la continuation de la validité du certificat sur la base des rapports de surveillance en continu du contrôle de production.

### C.3.2 Mesures en cas de non-conformité

Si l'organisme agréé relève une non conformité du béton aux spécifications ou si des défauts ont été décelés au niveau du processus de production ou au niveau du contrôle de production, et que le producteur n'a pas réagi correctement le moment voulu, (voir 8.4) l'organisme agréé doit demander au producteur d'y remédier dans un délai suffisamment court. Les actions du producteur doivent être vérifiées par l'organisme d'inspection.

Si approprié, on doit procéder à une inspection exceptionnelle et à un essai par sondage d'échantillons supplémentaire en cas de non conformité majeure, notamment en ce qui concerne :

— la résistance ;

— le rapport eau/ciment ;

— les limitations de base imposées à la composition ;

— la masse volumique des bétons légers et lourds s'agissant de bétons à propriétés spécifiées ;

— la formulation spécifiée dans le cas des bétons à composition prescrite.

Si l'inspection exceptionnelle ou si l'essai par sondage d'échantillons complémentaire ne sont pas satisfaisants, l'organisme de certification doit normalement suspendre immédiatement ou retirer le certificat de conformité du contrôle de production.

NOTE Après suspension ou retrait du certificat de conformité du contrôle de production, le producteur ne doit plus faire référence au certificat de conformité.

En cas d'écarts mineurs, l'organisme de certification peut estimer qu'il n'y a pas lieu de procéder à une inspection exceptionnelle et peut accepter des preuves documentaires attestant que l'écart a été rectifié. Ces preuves devront être confirmées à l'occasion de l'inspection périodique suivante.

# Annexe D

(informative)

# Bibliographie

ENV 1992-1-1, *Eurocode 2: Calcul des structures en béton — Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments.*

EN 12390-4, *Essais pour béton durci — Partie 4 : Résistance en compression — Caractéristiques des machines d'essai.*

EN 12390-5, *Essai pour béton durci — Partie 5 : Résistance à la flexion sur éprouvettes.*

EN 12390-8, *Essai pour béton durci — Partie 8 : Profondeur de pénétration d'eau sous pression.*

EN 12504-1, *Essais pour béton dans les structures — Partie 1 : Carottes — Prélèvement, examen et essais en compression.*

EN 12504-2, *Essais pour béton dans les structures — Partie 2 : Essais non-destructifs — Détermination de l'indice de rebondissement.*

prEN 12504-3:1999, *Essais pour béton dans les structures — Partie 3 : Détermination de la force d'arrachement.*

prEN 12504-4:1998, *Essais pour béton dans les structures — Partie 4 : Essai non destructif — Détermination de la vitesse de propagation du son.*

ENV 13670-1, *Exécution des structures en béton — Partie 1 : Règles générales.*

prEN 13791:1999, *Évaluation de la résistance à la compression du béton dans les structures ou les éléments structuraux.*

EN ISO 9001, *Systèmes de management de la qualité — Exigences.*

CR 1901, *Spécifications et recommandations régionales pour prévenir les effets dommageables des réactions alcali silice dans les bétons.*

CR 13901, *Utilisation du concept de familles de bétons pour le contrôle de production et de conformité du béton.*

CR 13902, *Méthodes d'essai de détermination du rapport eau/ciment.*

*Bulletin d'information CEB 197 — FIP, béton à haute résistance — Rapport sur l'état de l'art ; SR 90/1-1990.*

# Annexe E

(informative)

## Lignes directrices d'application du concept de performance équivalente des propriétés du béton

Cette annexe donne les indications détaillées relatives au concept de performance équivalente du béton tel que présenté en 5.2.5.1 et 5.2.5.3.

Il convient que la performance du béton contenant l'addition soit au moins équivalente à celle du béton de référence évaluée au moyen d'essais.

Il convient que le béton de référence :

— contienne un ciment conforme à l'EN 197-1, du type et contenant des constituants correspondant à la combinaison du ciment et de l'addition ;

— soit conforme aux exigences de 5.3.2 pour la classe d'exposition correspondante.

Lorsqu'il n'existe pas de ciment correspondant, il convient d'utiliser un ciment CEM I.

Il convient que le programme d'essai comprenne tous les essais permettant de démontrer que les performances du béton contenant l'addition sont équivalentes à celles du béton de référence, en ce qui concerne l'action environnementale spécifique résultant de la classe d'exposition.

Il convient que les essais soient effectués au même moment et dans le même laboratoire, accrédité pour les essais correspondant et expérimenté dans leur conduite. Il convient que le mode opératoire des essais assure un degré de confiance similaire dans les performances du béton conforme aux exigences de 5.3.2 pour la classe d'exposition correspondante et contenant du ciment conforme EN 197-1.

Il convient que la gamme des compositions pour laquelle cette méthode s'applique soit limitée aux conditions suivantes :

— la quantité totale d'addition, y compris celle déjà contenue en tant que constituant du ciment, respecte les valeurs limites données dans l'EN 197-1, pour un type de ciment correspondant autorisé ;

— la somme du ciment et de l'addition soit au moins égale à l'exigence relative à la teneur en ciment, visée en 5.3.2, pour la classe d'exposition correspondante ;

— le rapport eau / (ciment + addition) soit dans les limites prescrites en 5.3.2 pour le rapport eau/ciment maximal, pour la classe d'exposition correspondante.

# Annexe F

(informative)

## Recommandations pour les limites de composition du béton

Cette annexe fournit des recommandations pour le choix des exigences relatives à la composition et aux propriétés du béton en fonction de la classe d'exposition selon 5.3.2.

Les valeurs du Tableau F.1 sont fondées sur l'hypothèse d'une durée de vie de la structure prévue de 50 ans.

Les valeurs du Tableau F.1 correspondent à du ciment de type CEM I conforme à l'EN 197-1, et à des granulats dont la dimension maximale nominale maximale est comprise entre 20 mm et 32 mm.

Les classes de résistance minimales ont été déterminées à partir de la relation existant entre le rapport eau/ciment et la classe de résistance du béton fabriqué à partir de ciment appartenant à la classe de résistance 32,5.

Les valeurs limites spécifiées du rapport eau/ciment maximal et la teneur minimale en ciment s'appliquent dans tous les cas, tandis que les exigences supplémentaires relatives à la classe de résistance du béton peuvent être spécifiées en complément.

**Tableau F.1 — Valeurs limites spécifiées applicables à la composition et aux propriétés du béton**

| | Classes d'exposition | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Aucun risque de corrosion ou d'attaque | Carbonatation | | | | Corrosion induite par les chlorures | | | | | | Attaque gel/dégel | | | | Environnements contenant des substances chimiques agressives | | |
| | | | | | | Eau de mer | | | Chlorures autres que l'eau de mer | | | | | | | | | |
| | X0 | XC 1 | XC 2 | XC 3 | XC 4 | XS 1 | XS 2 | XS 3 | XD 1 | XD 2 | XD 3 | XF 1 | XF 2 | XF 3 | XF 4 | XA 1 | XA 2 | XA 3 |
| Rapport eau/ciment maximal | — | 0,65 | 0,60 | 0,55 | 0,50 | 0,50 | 0,45 | 0,45 | 0,55 | 0,55 | 0,45 | 0,55 | 0,55 | 0,50 | 0,45 | 0,55 | 0,50 | 0,45 |
| Classe de résistance minimale | C12/15 | C20/25 | C25/30 | C30/37 | C30/37 | C30/37 | C35/45 | C35/45 | C30/37 | C30/37 | C35/45 | C30/37 | C25/30 | C30/37 | C30/37 | C30/37 | C30/37 | C35/45 |
| Teneur minimale en ciment (kg/m³) | — | 260 | 280 | 280 | 300 | 300 | 320 | 340 | 300 | 300 | 320 | 300 | 300 | 320 | 340 | 300 | 320 | 360 |
| Teneur minimale en air (%) | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 4,0 [a] | 4,0 [a] | 4,0 [a] | — | — | — |
| Autres prescriptions | | | | | | | | | | | | Granulats conformes au prEN 12620:2000 avec une résistance suffisante au gel/dégel | | | | | Ciment résistant aux sulfates [b] | |

*a) Si le béton ne contient pas d'air entraîné volontairement, il convient que la performance du béton soit alors être mesurée conformément à une méthode d'essai appropriée, en comparaison avec un béton pour lequel la résistance au gel/dégel pour la classe d'exposition correspondante a été établie.*

*b) Lorsque la présence de $SO_4^{2-}$ conduit aux classes d'exposition XA2 et XA3, il est essentiel d'utiliser un ciment résistant aux sulfates. S'il existe des classes de ciment résistant aux sulfates, il convient d'utiliser des ciments offrant une résistance moyenne ou élevée aux sulfates pour la classe d'exposition XA2 (et XA1 lorsque c'est applicable). Il convient d'utiliser un ciment ayant une résistance aux sulfates élevée pour la classe d'exposition XA3.*

# Annexe G

(informative)

# Exigences relatives à la précision de l'équipement de dosage

## G.1 Généralités

La présente annexe résume l'application de l'EN 45501:1992 comme prescrit en 9.6.2.2 de la présente norme.

Conformément aux règles du CEN, l'EN 45501:1992 a dû être mise en application en tant que norme nationale dans tous les pays membres du CEN, en 1993 au plus tard, parallèlement au retrait des normes nationales existantes en contradiction, prévu au plus tard en décembre 1995.

L'EN 45501:1992 spécifie les exigences techniques et métrologiques des seuls instruments de pesage à fonctionnement non automatique. Il n'existe encore aucune norme européenne traitant des équipements de pesage à fonctionnement automatique. Cependant, il est prévu d'y faire référence dans l'EN 45501:1992. C'est pourquoi la mise en application de l'EN 206-1 passe par celle de l'EN 45501:1992 pour les équipements de pesage à fonctionnement non automatique et automatique. Les équipements de pesage à fonctionnement non automatique impliquent l'intervention d'un opérateur pendant le processus de pesage, par exemple pour déposer et enlever du réceptacle (trémie) la charge à mesurer. L'instrument permet la lecture directe des résultats de pesage par affichage sur écran ou impression sur papier.

## G.2 Classes de précision

Quatre classes de précision sont spécifiées dans l'EN 45501:1992 :

— Classe (I), spéciale ;

— Classe (II), fine ;

— Classe (III), moyenne ;

— Classe (IIII), ordinaire.

Pour la production du béton, la classe minimale retenue dans le cadre de la présente norme pour le pesage des adjuvants, du ciment, des granulats, de l'eau et des additions, est la classe (IIII).

## G.3 Classification des instruments

L'échelon de vérification, le nombre d'échelons de vérification et la portée minimale pour la classe (IIII) sont donnés dans le tableau suivant. L'échelon de vérification des instruments gradués sans dispositif d'affichage auxiliaire correspond aux graduations de l'instrument. Pour les instruments munis de dispositifs indicateurs auxiliaires, ou les instruments non gradués, l'échelon de vérification est choisi par le fabricant conformément aux lignes directrices de l'EN 45501:1992.

**Tableau G.1** — (Extrait du Tableau 3 de l'EN 45501:1992)

| Classe de précision | Échelon de vérification (e) | Nombre ($n$) d'échelons de vérification (e) $n$ = portée maximale/e | Portée minimale de l'équipement pour éviter les erreurs excessives |
|---|---|---|---|
| Ordinaire (IIII) | 5 g ≤ e | 100 ≤ $n$ ≤ 1 000 | 10 e |

Il convient que le nombre «*n*» d'échelons de vérification soit :

— pour les adjuvants au moins 1 000 ;

— pour le ciment, les granulats, l'eau et les additions, au moins 500 (voir 9.6.2.2).

EXEMPLE Un instrument de pesage du ciment a une portée de 3000 kg, pour des échelons de 5 kg. Le nombre (*n*) d'échelons (e) est égal à $n$ = 3 000 / 5 = 600 ce qui est dans l'étendue autorisée dans la troisième colonne du Tableau G.1 et ≥ 500.

Erreurs maximales admissibles :

Une distinction est faite entre les erreurs maximales admissibles à la vérification initiale après installation et en service, comme indiqué au Tableau G.2.

**Tableau G.2** — (Extrait du Tableau 6 de l'EN 45501:1992)

| **Pour les charges (m) exprimées en échelons de vérification (e)** | **Erreurs maximales autorisées** | |
|---|---|---|
| Classe (IIII) | Vérification initiale | En service |
| 0 ≤ m ≤ 50 e | ± 0,5 e | ± 1,0 e |
| 50 e < m ≤ 200 e | ± 1,0 e | ± 2,0 e |
| 200 e < m ≤ 1 000 e | ± 1,5 e | ± 3,0 e |

## G.4 Autres prescriptions de l'EN 45501:1992

Une description détaillée des essais de vérification est donnée dans cette norme qui décrit également les exigences techniques générales relatives à la conception et à la construction d'instruments appropriés.

Les annexes normatives de l'EN 45501:1992 donnent des modes opératoires d'essai pour :

— les instruments de pesage à fonctionnement non automatique ;

— les essais additionnels pour les instruments électroniques.

# Annexe H

(informative)

## Dispositions supplémentaires relatives aux bétons à haute résistance

La présente annexe formule quelques recommandations applicables aux dispositions relatives au contrôle de conformité s'ajoutant à celles données aux Tableaux 22, 23 et 24 pour la production de béton à haute résistance.

NOTE Les numéros attribués aux lignes des Tableaux H.1, H.2 et H.3 correspondent respectivement aux lignes des Tableaux 22, 23 et 24 dont elles remplacent ou modifient les prescriptions équivalentes.

**Tableau H.1 — Contrôle des matériaux constituants**

| | Matériau constituant | Contrôle/Essai | Objectif | Fréquence minimale |
|---|---|---|---|---|
| 4 | Granulats | Essai par tamisage conformément à l'EN 933-1 ou informations du fournisseur concernant les granulats. | Vérifier la conformité avec la granularité convenue. | À chaque livraison, s'ils ne sont pas livrés en faisant l'objet de tolérances restreintes et en bénéficiant d'une certification du contrôle de production. |
| 9a | Adjuvants [a)] | Détermination de l'extrait sec. | Pour comparaison avec la valeur déclarée de la fiche technique. | Première livraison sauf si les résultats d'essais sont donnés par le fournisseur.<br>En cas de doute |
| 9b | | Mesure de la masse volumique. | Comparer avec la masse volumique nominale. | À chaque livraison. |
| 11 | Addition en vrac | Mesure de la perte au feu. | Pour identifier les changements de teneur en carbone avec effet sur les propriétés du béton frais. | À chaque livraison sauf si les résultats d'essais sont donnés par le fournisseur. |

*a) Il est recommandé de prélever et de conserver des échantillons sur chaque livraison.*

NOTE Des informations complémentaires sur le contrôle de production pour les bétons à haute résistance peuvent être tirées de la littérature pertinente, par exemple : Bulletin d'information CEB 197 — FIP, béton à haute résistance — Rapport sur l'état de l'art ; SR 90/1-1990.

**Tableau H.2 — Contrôle de l'équipement**

| | Équipement | Contrôle/Essai | Objectif | Fréquence minimale |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Stockage au sol, trémies, etc. | Examen visuel | S'assurer de la conformité aux exigences | Quotidiennement. |
| 3a | Matériel de pesage | Vérification de la précision de pesage | Confirmation hebdomadaire, en un seul point | Chaque semaine. |
| 5 | Distributeurs d'adjuvants (y compris ceux montés sur les malaxeurs portés) | Contrôle de la précision | Pour réaliser des dosages précis | Au moment de l'installation.<br>Chaque semaine, après l'installation.<br>En cas de doute. |
| 6a | Compteur d'eau | Comparaison de la quantité réelle avec la valeur affichée au compteur | Vérifier la précision conformément à 9.7 | Au moment de l'installation.<br>Chaque semaine après l'installation.<br>En cas de doute. |
| 7 | Équipement de mesure en continu de la teneur en eau des granulats | Comparaison de la teneur réelle avec la valeur affichée | Vérifier la précision | Au moment de l'installation.<br>Chaque semaine après l'installation.<br>En cas de doute. |
| 9 | Système de dosage | Comparaison (par une méthode appropriée selon le système de dosage utilisé) de la valeur mesurée sur les constituants de la gâchée avec la valeur cible, et dans le cas d'un enregistrement automatique, également avec la valeur enregistrée. | Vérifier les tolérances de dosage conformément au Tableau 21 | Au moment de la première installation.<br>En cas de doute lors des installations suivantes.<br>Chaque mois après l'installation. |

**Tableau H.3 — Contrôle des procédures de production et des propriétés du béton**

| | Type d'essai | Contrôle/Essai | Objectif | Fréquence minimale |
|---|---|---|---|---|
| 3 | Teneur en eau des gravillons | Essai de séchage ou équivalent | Pour déterminer la masse des granulats et la quantité d'eau à apporter | Quotidiennement.<br>Des essais plus ou moins fréquents peuvent être requis en fonction des conditions locales et atmosphériques. |
| 4 | Eau ajoutée du béton frais | Enregistrement de la quantité d'eau [a] ajoutée | Pour fournir des données pour le rapport eau/ciment | Chaque gâchée. |
| 9 | Teneur en ciment du béton frais | Enregistrer [a)] la quantité de ciment ajoutée | Vérifier la teneur en ciment et pour pouvoir calculer le rapport eau/ciment | Chaque gâchée. |
| 10 | Teneur en additions du béton frais | Noter [a)] la quantité des additions ajoutée | Vérifier la teneur en additions | Chaque gâchée. |
| *a)* | *Pour les bétons à haute résistance un enregistrement automatique des pesées est recommandé.* | | | |

# Annexe J

(informative)

# Méthode de formulation basée sur les performances pour le respect de la durabilité

## J.1 Introduction

La présente annexe présente brièvement les concepts et les principes applicables pour une méthode de formulation fondée sur la performance dans le respect de la durabilité telle que présentée en 5.3.3.

## J.2 Définition

Cette variante considère quantitativement chacun des mécanismes de détérioration, la durée de vie de l'élément ou de la structure, et les critères qui définissent la fin de cette durée de vie.

Cette méthode peut se baser sur une expérience satisfaisante avec des pratiques locales dans des environnements locaux, sur des données recueillies à partir d'une méthode d'essai de performance établie pour le mécanisme étudié, ou sur l'utilisation de modèles prédictifs éprouvés.

## J.3 Applications et recommandations générales

a) Certaines actions agressives sont mieux traitées par une approche prescriptive, par exemple : réaction alcali-silice, attaque des sulfates, ou abrasion ;

b) d'autres méthodes s'appliquent plus particulièrement à la résistance à la corrosion, et dans certains cas, également à la résistance au gel/dégel. Cette approche peut s'avérer appropriée dans les cas où :

- une durée de vie en dehors de la plage normale de 50 ans est requise ;
- la structure est qualifiée de «particulière» ce qui implique une probabilité de défaillance plus faible ;
- les modes d'actions de l'environnement sont particulièrement agressifs, ou sont bien définis ;
- une qualité d'exécution de haut niveau est prévue ;
- introduction d'une stratégie de maintenance et de gestion, avec éventuellement calendrier de rénovation ;
- des groupes significatifs de structures ou d'éléments similaires, doivent être construits ;
- des matériaux constituants nouveaux ou différents doivent être utilisés ;
- la méthode normalisée a été utilisée selon 5.3.2 pour la conception, mais un défaut de conformité a été observé ;

c) dans la pratique, le niveau de durabilité obtenu dépend de la combinaison de la conception, des matériaux et de l'exécution ;

d) la sensibilité du concept théorique, le système structurel, la forme des éléments et les descriptions structurelles et architecturales sont autant de paramètres de calcul significatifs ;

e) la compatibilité des matériaux et la méthode de construction, la qualité de l'exécution et les niveaux de contrôle et d'assurance qualité, sont des paramètres de construction significatifs ;

f) la performance requise vis-à-vis de la durabilité dépend de la durée de vie exigée, des utilisations futures possibles de la structure, des mesures de protection particulières, de la maintenance prévue en service, et des conséquences de défaillances, dans l'environnement local ;

g) pour tout niveau de performance requis, il est possible que des solutions alternatives équivalentes découlent des différentes combinaisons des calculs, des matériaux et de l'exécution ;

h) le niveau de connaissance du microclimat local et ambiant est important lors de la détermination de la fiabilité des méthodes de conception liées aux performances.

## J.4 Méthode de formulation basée sur les performances pour le respect de la durabilité

L'application des variantes énumérées ci-dessous passe par la définition préalable des facteurs suivants :

— le type et la forme de la structure ;

— les conditions environnementales locales ;

— le niveau d'exécution ;

— la durée de vie requise.

Quelques hypothèses et appréciations seront généralement nécessaires pour ramener la méthode choisie à un niveau pragmatique et pratique.

Les méthodes qui peuvent être utilisées sont les suivantes :

a) affinement de la méthode selon 5.3.2, reposant sur une expérience à long terme des pratiques et des matériaux locaux, et sur une connaissance détaillée de l'environnement local ;

b) méthodes basées sur des essais approuvés et vérifiés représentatifs des conditions réelles, et contenant des critères de performance approuvés ;

c) méthodes basées sur des modèles analytiques étalonnés par rapport à des résultats d'essais représentatifs des conditions réelles rencontrées dans la pratique.

Il convient que la composition du béton et les matériaux constituants soient très exactement définis pour permettre le maintien du niveau de performance.

# Annexe K

(informative)

# Familles de béton

## K.1 Généralités

La présente annexe fournit des détails sur l'utilisation des familles de bétons comme indiqué en 8.2.1.1.

## K.2 Sélection de la famille de béton

Lors de la sélection d'une famille pour le contrôle de production et de conformité, le producteur doit réaliser le contrôle sur tous les membres de la famille. Lorsque l'expérience d'utilisation du concept de famille de béton est limitée, les dispositions suivantes sont recommandées :

— ciment d'un seul type, d'une seule classe de résistance et d'une seule origine ;

— granulats similaires de façon démontrable et additions de type I ;

— bétons sans ou avec adjuvant réducteur d'eau/plastifiant ;

— toute la gamme des classes de consistance ;

— bétons avec un domaine limité de classes de résistance.

Il convient que les bétons contenant des additions de type II c'est-à-dire pouzzolaniques ou à hydraulicité latente soient classés dans une famille différente.

Il convient que les bétons contenant des adjuvants pouvant avoir un impact sur la résistance en compression, par exemple : haut réducteur d'eau, retardateur ou entraîneur d'air, soient traités isolément ou en familles séparées.

Pour démontrer que des granulats sont similaires, il convient qu'ils soient de la même origine géologique, du même type, par exemple : concassé, et qu'ils aient des performances similaires dans le béton.

Avant d'utiliser le concept de famille ou d'étendre les familles données ci dessus, il convient que les relations soient testées sur les données de production antérieures pour prouver qu'elles donnent un contrôle de production et de conformité adéquat et efficace.

## K.3 Arbre de décision pour l'évaluation d'un membre et la conformité d'une famille de béton

